

Sahatavaran kontituskustannukset

Joni Pelkonen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2016

Logistiikka, Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Pelkonen, Joni	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2016
	Sivumäärä 53	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Sahatavaran kontituskustannukset		
Tutkinto-ohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Risto Pakarinen		
Toimeksiantaja(t) Metsä Wood		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli löytää kustannustehokkain tapa sahatavaran kontitukseen kuljetusketjussa Metsä Woodin sahalta lähtösatamaan. Kontituspaikan vaihdon katsottiin voivan tuottaa kustannussäästöjä ja tehostaa kuljetusketjun toimintaa.</p> <p>Tutkimuksessa kartoitettiin ja kuvattiin kuljetusketjun nykyinen toimintatapa. Lisäksi nykyisen kuljetusketjun kustannukset eriteltiin. Vaihtoehtoisena toimintatapana esitettiin kontittaa sahatavara jo tehtaalla. Tehtaalla suoritettavan kontituksen vaikutukset kuljetusketjuun kuvattiin ja sen toteutettavuutta arvioitiin. Tehdaskontituksen kustannukset laskettiin nykyisiin kuljetusvolyymeihin perustuen.</p> <p>Tutkimustuloksista saatiin selville molempien toimintatapojen kustannusrakenteet. Tehdaskontituksessa kustannusrakenne muuttui siten, että lastaus- ja esikuljetuskustannusten osuudet kokonaiskustannuksista kasvoivat. Satamakustannusten osuus sen sijaan pieneni merkittävästi. Kokonaisuudessaan kuljetusketjun kustannukset pienenivät tehdaskontituksessa. Tehdaskontituksen arvioitiin lyhentävän lastausyksikön lastausaikaa tehtaalla. Intermodaalikuljetuksen hyödyntäminen kuljetusketjun alusta saakka todettiin vähentävän kuorman käsittelykertoja, mikä vähentää käsittelyvaurioita. Lastaustavan muutoksen tehtaalla arvioitiin parantavan työturvallisuutta liittyen kuorman sidontaan. Tehdaskontituksen suurimmaksi riskiksi arvioitiin merikonttien saatavuus. Lisäksi tehdaskontituksen todettiin vaativan enemmän lastaushenkilöstöä ja käsittelykalustoa.</p> <p>Kontitustavan valintaa varten ehdotettiin tehdaskontituksen testaamista käytännössä tai simulaatiolla. Näin kontituksen toteuttamisesta ja siihen liittyvistä riskeistä saataisiin parempi käsitys. Lisäksi tehdaskontituksella arvioitiin olevan mahdollista nostaa konttien täyttöastetta ja siten edelleen parantaa kuljetusketjun kustannustehokkuutta.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Toimitusketju, logistiikka, sahatavara, kontitus		
Muut tiedot Liite 3 on salainen		

Author(s) Pelkonen, Joni	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2016
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 53	Permission for web publication: x
Title of publication Container stuffing costs of sawn timber		
Degree programme Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Pakarinen, Risto		
Assigned by Metsä Wood		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the study was to find the most cost-effective way of sawn timber stuffing in a transportation chain from Metsä Wood's sawmill to the departure port. The shift of the container stuffing location was considered to generate cost savings and improve the efficiency of the transportation chain.</p> <p>The study described the current transportation chain. In addition, the costs of the current transportation chain were categorized. An alternative mechanism to execute the container stuffing was to change the location from the port to sawmill. The costs of the alternative were calculated based on the current transportation volumes. The cost structures of both approaches were revealed in the study. The loading and transportation costs were noted to increase in the alternative mechanism, whereas the costs from the port functions were noted to decrease significantly. The total cost of the alternative was calculated to be lower than that of the current chain. Also the loading time of an individual transportation unit was estimated to reduce at the sawmill. Utilization of intermodal transportation from the very beginning of the chain was stated to reduce material handling, resulting in less damage to the goods. Furthermore, work safety was estimated to improve. The biggest risk involved in the alternative was considered to be the availability of the containers. In addition, the alternative was found to require more loading personnel and handling equipment.</p> <p>Testing the alternative in practice or through a simulation was suggested to better estimate the more desirable transportation chain. Also it was estimated that the volume per container might be increased in the alternative and thus the cost-effectiveness of the transportation chain could be improved.</p>		
Keywords/tags (subjects)		
Supply chain, logistics, sawn timber, container stuffing		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Metsä Wood	4
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	5
1.3	Tutkimusmenetelmät	5
2	Toimitusketjun hallinta	8
2.1	Logistiikka yrityksissä	8
2.2	Toimitusketju	10
2.3	Toimitusketjun riskien hallinta	14
2.4	Toimitusketjun kustannukset	15
2.5	Toimitusketjun tehostaminen	16
3	Kuljetukset osana toimitusketjua	17
3.1	Kuljetusjärjestelmät	17
3.2	Kuljetusmuodot	19
3.3	Yhdistetty kuljetus	21
3.4	Konttikuljetus	22
4	Sahatavarateollisuus	24
4.1	Sahatavarateollisuus Suomessa	24
4.2	Sahatavaran kontitustavat	29
4.2.1	Työntöalusta	29
4.2.2	Automaattinen täyttölaite	30
5	Tutkimus sahatavaran kontituksesta	30
5.1	Nykyisen toimitusketjun osan kuvaus	30
5.2	Nykyisen toimitusketjun osan kustannukset	32
5.3	Tehdaskontituksen kuvaus	33
5.4	Tehdaskontituksen kustannukset	35
6	Tutkimustulokset	37
6.1	Kustannusanalyysi	37

6.2	WPM-analyysi.....	39
6.3	SWOT-analyysi.....	41
7	Johtopäätökset.....	43
8	Pohdinta	44
	Lähteet.....	46
	Liitteet	48
	Liite 1. Hbi-sahatavaravaunu	48
	Liite 2. Sgm-konttivaunu	49
	Liite 3. Kustannuslaskenta Excel	50

Kuviot

Kuvio 1. Metsä Woodin sahojen sijainnit.....	4
Kuvio 2. SWOT-analyysi.....	6
Kuvio 3. Teollisuuden ja kaupan alan logistiikkakustannukset yritysten liikevaihdosta 2005–2013.....	11
Kuvio 4. Kuljetusketjun kustannusten jakautuminen	16
Kuvio 5. Intermodaalikuljetus	22
Kuvio 6. Sahojen tulorakenne 2012	25
Kuvio 7. Sahatavaran kuljetuskustannusvertailu eri kuljetusväleillä	26
Kuvio 8. Sahateollisuuden vientisatamien jakautuminen	27
Kuvio 9. Sahojen kustannusrakenne 2012	28
Kuvio 10. Nykytilanteen toiminnot kuljetusketjussa	31
Kuvio 11. Kuljetusketjun toiminnot tehdaskontituksessa.....	34
Kuvio 12. Satamakontituksen kustannusrakenne	38
Kuvio 13. Tehdaskontituksen kustannusrakenne	38
Kuvio 14. Nykyisen ja vaihtoehtoisen kuljetusketjun kokonaiskustannusvertailu	39

Taulukot

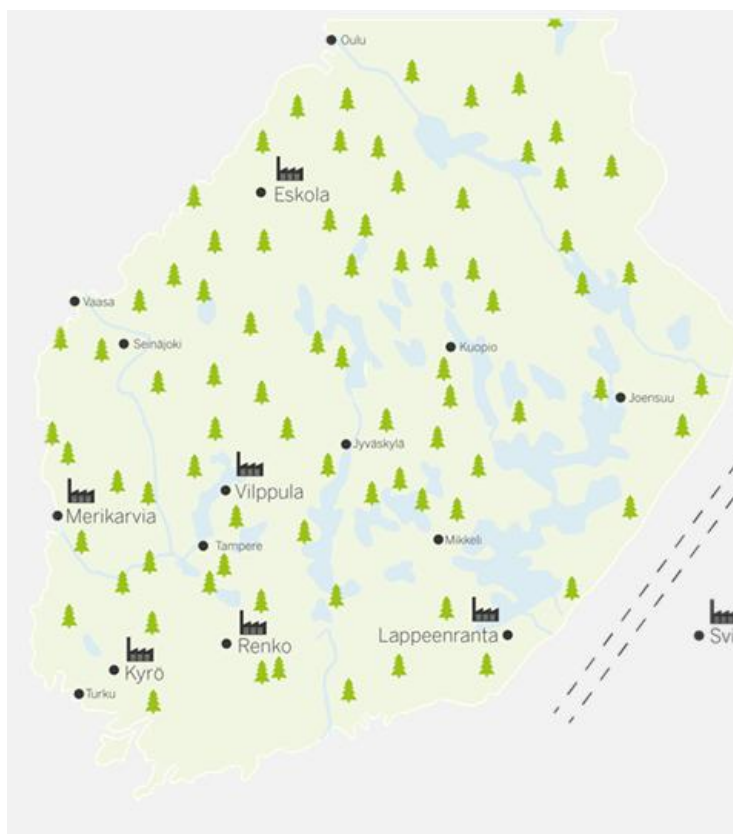
Taulukko 1. 40 jalan merikontin tiedot	24
Taulukko 2. WPM-analyysin parametrit.....	40
Taulukko 3. SWOT-analyysi satamakontituksesta	41
Taulukko 4. SWOT-analyysi tehdaskontituksesta	42

1 Johdanto

1.1 Metsä Wood

Metsä Wood on Suomessa toimiva puuteollisuuden yritys, joka on osa kansainvälistä Metsä Group –metsäteollisuuskonsernia. Metsä Woodin liikevaihto vuonna 2015 oli 852 miljoonaa euroa. Se työllistää noin 2000 henkilöä. (Metsä Wood lyhyesti n.d.)

Yritys tuottaa puutuotteita rakentamiseen, sisustamiseen ja pakkausteollisuuteen ja sen tärkeimpiä tuotteita ovat vaneri, liima- ja Kertopuu sekä sahatavara. Metsä Woodin sahoilla tuotetaan kuusi- ja mäntysahatavaraa. Metsä Woodin sahojen vuosituotanto on yhteensä noin 1 735 000 m³. (Metsä Wood lyhyesti n.d.) Yrityksellä on Suomessa kuusi sahaa (ks. kuvio 1).



Kuvio 1. Metsä Woodin sahojen sijainnit (Metsä Wood sahat n.d.)

Tässä tutkimuksessa tutkittiin yhden Metsä Woodin sahan kuljetusketjua sahan ja erään sataman välillä.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tehtävänä oli löytää kustannustehokkain tapa sahatavaran kontittamiseen ja esikuljetukseen Metsä Woodin sahalta lähtösatamaan. Tavoitteena oli siis parantaa toimitusketjun kustannustehokkuutta. Tutkimuksen kohteena olevaa toimitusketjua tutkittiin sahan ja sataman välillä. Suuri toimitusvolyyymi aiheutti tarpeen tutkia vaihtoehtoisia tapaa kontituksen toteuttamiseen.

Tutkimustehtävänä oli kartoittaa sahatavaran kontitus- ja kuljetuskustannukset ja verrata niitä vaihtoehtoihin kontitus- ja kuljetusmahdollisuuksiin. Tutkimuskysymys oli seuraava:

Onko sahatavara kustannustehokkaampaa kontittaa satamassa vai sahalla?

Opinnäytetyö rajattiin selkeästi koskemaan vain kuljetusketjua sahan lastauskentältä lähtösatamaan. Alun perin tutkimuksen osana oli myös tutkia mahdollisuutta nostaa konttien täyttöastetta. Tästä kuitenkin luovuttiin, sillä se olisi vaatinut tuotannon ja pakkaamistapojen tutkimista. Tämä olisi puolestaan tehnyt työstä liian laajan. Lisäksi kuljetusmuodoista valittiin tutkittavaksi tarkemmin ainoastaan raidekuljetus.

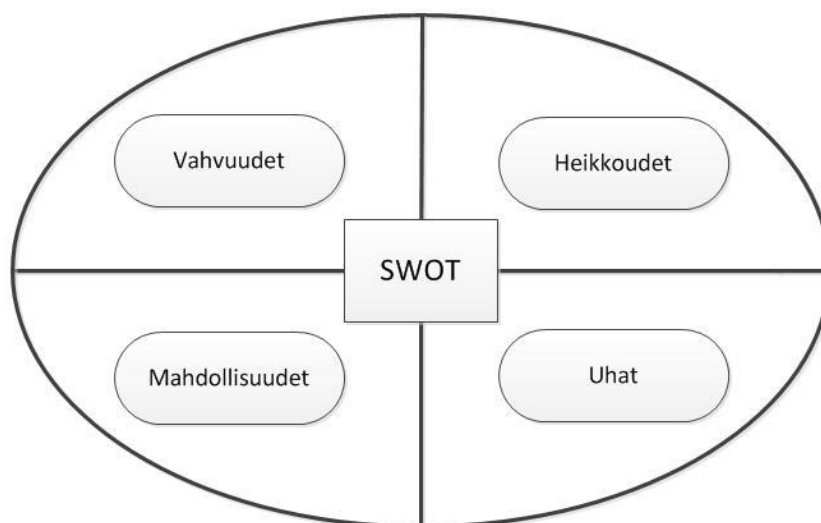
1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa keskityttiin yksittäisen toimitusketjun toimintaan ja kustannuksiin, joten kyseessä on siten soveltava tapaustutkimus (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 135–165). Tutkimus sisältää sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia piirteitä. Kvantitatiivinen tutkimus on objektiivisuuteen pyrkivä tutkimusmenetelmä, jossa esitetään alkuarvaus eli hypoteesi. Hypoteesin todenperäisyyttä lähdetään tutkimaan. Tutkimuksessa suoritetaan numeerisia mittauksia ja mittaustulokset käsitellään usein tilastollista analyysia hyödyntäen. Tutkimukseen liittyvät käsitteet on tarkasti määritelty. Tiedonkeruuta varten määritellään tutkittava perusjoukko, josta tutkimukseen valikoidaan edustava otos. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 139–140.)

Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoituksena on tutkia kohdetta kokonaisvaltaisesti luonnollisissa tilanteissa ja siten kuvata todellista elämää. Tällainen tutkimus ei yleensä saavuta objektiivisuutta, sillä tiedonkeruu tapahtuu esimerkiksi havainnoiden ja keskustellen. Aineiston hankinta on tällöin laadullista. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 161–164.)

Tutkimuksen kohteena olevaa toimitusketjun osaa tarkasteltiin kvalitatiivisesti. Toimitusketjun osat ja vaihtoehtoiset toiminnot kuvattiin havaintoihin ja haastatteluihin perustuen. Lisäksi niiden toteuttamismahdollisuuksia arvioitiin. Kvantitatiivista tarkastelutapaa käytettiin kustannustehokkuuden arvioinnissa.

Nelikenttäanalyysi eli SWOT-analyysi on tarkoitettu muun muassa yritystoiminnan analysointiin. Nimi SWOT tulee englannin kielen sanoista strengths, weaknesses, opportunities ja threats. Analyysissa listataan tarkasteltavan yrityksen tai yrityksen osan vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Tarkastelun tulisi olla yksinkertainen ja käytännönläheinen. (Nelikenttäanalyysi – SWOT n.d.) Vahvuudet ja heikkoudet ovat sisäisiä tekijöitä ja mahdollisuudet ja uhat ovat ulkoisia tekijöitä (ks. kuvio 2). SWOT-analyysin käyttö on perusteltua tässä tutkimuksessa, koska kaikkia päätökseen vaikuttavia tekijöitä ei voi mitata kvantitatiivisesti. Vaihtoehtoja tulee tarkastella kokonaisuuksina ja päätös tehdään kokonaisuuteen perustuen.



Kuvio 2. SWOT-analyysi (Nelikenttäanalyysi – SWOT n.d.)

Koska tutkimuksen tavoitteena oli vertailla vaihtoehtoja kokonaisvaltaisesti, valittiin kvantitatiiviseksi tutkimusmenetelmäksi Multi-Criteria Decision Making (MCDM). Menetelmä voitaisiin vapaasti suomentaa termillä ”monikriteerinen päätöksenteko”.

MCDM-menetelmässä määritellään etukäteen tutkittava vaihtoehtojoukko. Ratkaistavaan ongelmaan liitetään attribuutteja eli päätökseen vaikuttavia kriteerejä, joiden suhteen vaihtoehtoja verrataan. Jos kriteerejä on kymmenittäin, ne voidaan asettaa hierarkkiseen järjestykseen ylä- ja alakriteereittäin. (Triantaphyllou, Shu, Nieto Sanchez & Ray 1998, 1–2.) Usein attribuutit painotetaan tärkeyden mukaan ja painokertoimet normitetaan summautumaan ykköseen. Mahdollisuuksien mukaan attribuutteja tulisi voida mitata samoilla yksiköillä. Attribuutit voivat olla jopa sisäisessä konfliktissa keskenään, esimerkiksi kustannus vs. tuotto. Kaikki MCDM-metodit etenevät samalla periaatteella:

1. Valitaan vaihtoehdot ja kriteerit, joiden mukaan vaihtoehtoja tarkastellaan.
2. Kiinnitetään kriteereille numeeriset mittayksiköt ja painokertoimet.
3. Prosessoidaan tutkimusdata ja tehdään päätös. (Triantaphyllou ym. 1998, 2–4.)

Jos kaikki tarkasteltavat kriteerit ovat samalla hierarkiatasolla, voidaan valita kahdesta MCDM-menetelmästä. Painotetun summan malli eli Weighted Sum Model (WSM) on niistä yleisempi. Tosin sitä voidaan hyödyntää luotettavasti vain sellaisissa ongelmissa, joissa kaikki kriteerit ovat mitattavissa samalla mittayksiköllä. Menetelmässä määritetään paras vaihtoehto maksimisumman kaavalla 1.

$$A_{WSM}^* = \max_i \sum_{j=1}^N q_{ij} w_j, \quad i = 1, 2, 3, \dots, M. \quad (1)$$

Kaavassa 1 M on vaihtoehtojen määrä ja N kriteerien määrä, w tarkoittaa kriteerille annettua painokerrointa ja q vaihtoehdon A arvoa kriteerillä j. Paras vaihtoehto on siis se, jolla kriteerien arvon ja painokertoimen tulojen summa on suurin. (Triantaphyllou ym. 1998, 4.)

Jos kriteerit eivät ole mitattavissa samalla mittayksiköllä, on viisaampaa käyttää painotetun tulon mallia eli Weighted Product Model (WPM). Tässä mallissa mittayksiköt

eliminoituvat ja kahden vaihtoehdon välistä paremmuutta tarkastellaan niiden suhteella. Olkoon kaksi vaihtoehtoa A_K ja A_L . Näiden kriteeriarvoja verrataan määrittämällä niiden suhde kaavassa 2.

$$R\left(\frac{A_K}{A_L}\right) = \prod_{j=1}^N \left(\frac{a_{Kj}}{a_{Lj}}\right)^{w_j}, \quad i = 1, 2, 3, \dots M. \quad (2)$$

Kaavassa muut termit ovat kuten edellä, a_{Kj} tarkoittaa vaihtoehdon A_K arvoa kriteerillä j . Termi a_{Lj} tarkoittaa vastaavasti vaihtoehdon A_L arvoa samalla kriteerillä mitattuna. Kriteeriarvojen suhteiden tulo määrittää kumpi vaihtoehdoista, A_K vai A_L , on parempi. Mikäli suhdeluku on suurempi kuin yksi, on vaihtoehto A_K parempi. Paras vaihtoehto on se, jonka suhde kaikkiin muihin vaihtoehtoihin on suurempi tai yhtä suuri kuin yksi. (Triantaphyllou ym. 1998, 5.)

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys koottiin kirjallisuustutkimuksena. Viitekehyksessä toimivat tutkittavaan toimitusketjuun liittyvät kuljetusjärjestelmät, kustannukset ja toimitusketjun hallinta.

2 Toimitusketjun hallinta

2.1 Logistiikka yrityksissä

Logistiikan tarkoitus osana yrityksen toimintaa on hallinnoida materiaali- ja informaatiovirtaa asiakkaalle lisäarvoa tuottavin toimenpitein. Logistiikka on taloudellisen kanssakäymisen, ostojen ja myyntien mahdollistaja, ja lisäksi kuljetuksia tarvitaan aina. (Grant, Lambert, Stock & Ellram 2006, 7–8.)

Yritykset ovat nykyisin yhä keskittyneempiä tietyille toimialoille. Tällöin yritys toimii ainoastaan ydinosamisalueella, jolla se on kustannustehokas. Muut toiminnot ulkoistetaan. Ulkoistamisen myötä logistisia palveluita ostetaan usein ulkopuoliselta palveluntarjoajalta. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011, 25.) Esimerkiksi

tuotteen kuljettaminen yritykseltä asiakkaalle uskotaan ulkopuolisen kuljetusyrityksen eli kuljetuksen toteuttajan vastuulle.

Kotimaan toimijalla on logistinen etu asiakkaiden palvelussa ulkomaisiin kilpailijoihin nähden. Kansainvälisellä toimijalla välimatka ja toimitusaika asiakkaaseen pitenevät, mikä lisää logistiikkahallinnon merkitystä. Logistiikkakustannusten minimointi antaa tuotteelle kilpailuedun. Yhden euron säästö logistiikkakustannuksissa on merkittävämpi kuin yhden euron kasvu myyntituloissa. Myyntitulojen kasvu aiheuttaa suu-rempia tuotanto- ja logistiikkakustannuksia, joten kasvu ei ole puhdasta voittoa. Usein kustannussäästö on myös helpompi saavuttaa kuin myynnin kasvu. (Grant ym. 2006, 5–6.)

Logistiikka osana yrityksen toimintaa voidaan jakaa kolmeen osaan: tulo-, sisä- ja lähtölogistiikkaan. Tulologistiikkaan kuuluu esimerkiksi hankintatoimi eli materiaalien ja raaka-aineiden hankinta. Hankittu tavara tai materiaali on myös vastaanotettava, tarkistettava ja kirjattava. Tämän jälkeen tavara puretaan ja siirretään varastoon. Nämä kaikki osa-alueet kuuluvat yrityksen tulologistiikkaan. Lähtölogistiikkaan kuuluvat kaikki osa-alueet valmiin tuotteen toimittamisessa vastaanottajalle. Valmiit tuotteet keräillään varastosta ja pakataan, minkä jälkeen tuote kuljetetaan jakelijalle tai suoraan vastaanottajalle. Lähtölogistiikkaan kuuluu olennaisesti myös paluulogistiikka, joka tarkoittaa palautettujen tuotteiden ja asiakaspalautteiden käsittelyä. (Ritva-nen ym. 2011, 20–21.)

Yrityksen sisälogistiikkaan kuuluvat sellaiset logistiset toiminnot, joita ei voi lukea osaksi tulo- tai lähtölogistiikkaa. Esimerkiksi tuotteen kokoonpano ja tuotantolaitteiden huolto kuuluvat sisälogistiikkaan. Tuotantolaitteiden hankinta taas luettaisiin tulologistiikkaan. Sisälogistiikkaan voidaan sisällyttää myös yrityksen sisäiset tietovirrat saapuneista ja lähteneistä tuotetilauksista ja varaston tasosta. (Mts. 20–21.)

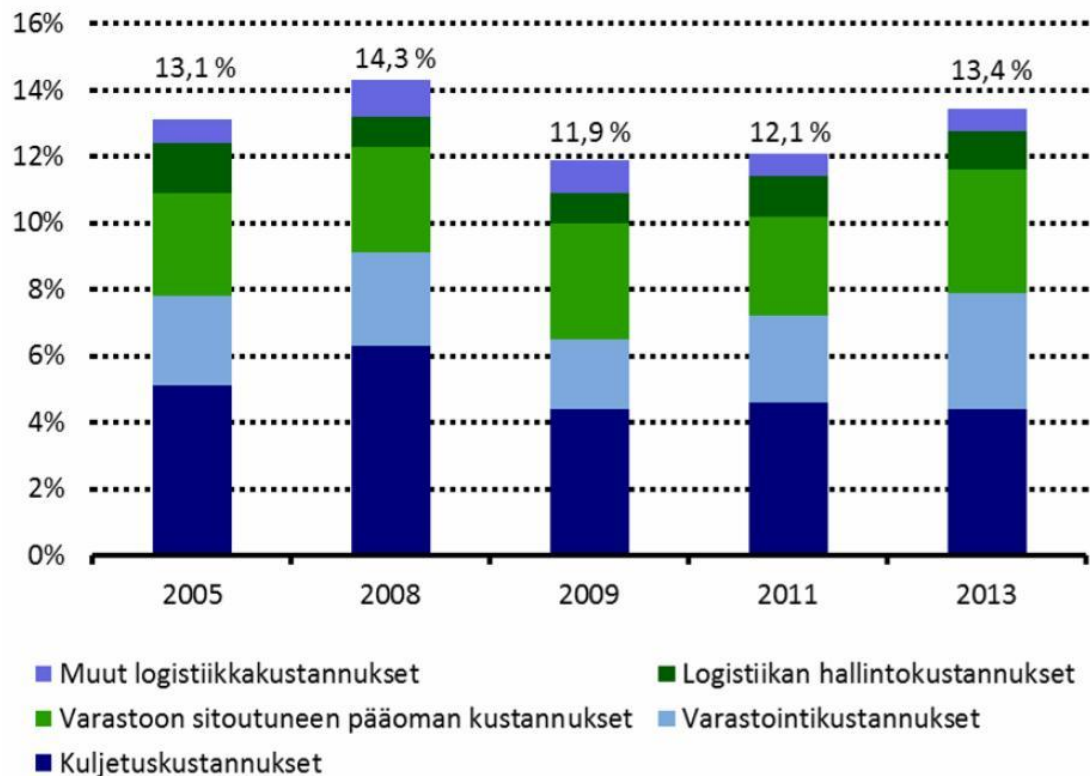
Kuten aiemmin mainittiin, logistiikka mahdollistaa materiaalin ja informaation liikkeen. Yhtenä osana logistiikkaa ovat myös raha- eli pääomavirrat yrityksen, yhteis-työkumppanien ja asiakkaiden välillä (Mts. 22). Mitä paremmin yritys pystyy palvelemaan asiakkaitaan, sitä enemmän tuottoa yritys saa asiakassuhteistaan. Hyvin asiakkaidensa palvelun tarpeisiin vastaavalla yrityksellä on selvä kilpailuetu. Toisaalta paremman palvelun tarjoaminen asiakkaalle lisää yleensä yritykselle koituvia kustan-

nuksia tuotteen tai palvelun toimitusketjussa. Yrityksen on pyrittävä optimoimaan palvelutason ja kustannustehokkuuden välinen tasapaino. (Mts. 24–29.) Logistiikan rooli yrityksen taloudelle on merkittävä, sillä logistiikan osuus yrityksen kokonaiskustannuksista on suuri (Grant ym. 2006, 7–8). Yrityksen tulisi pyrkiä tarkastelemaan logistiikasta aiheutuvia kustannuksia kokonaisuutena eikä ainoastaan yksittäisinä toimintoina. Tällöin voidaan tehokkaammin alentaa logistiikan kokonaiskustannuksia. (Mts. 11.)

Nykymaailmassa kaupankäynti on globalisoitunut. Monet kotimaiset yritykset käyvät kauppaa kansainvälisesti. Tällöin tuotteen matka yritykseltä asiakkaalle on usein pitkä. Lisäksi maailmanlaajuisiin muutoksiin on pystyttävä vastaamaan nopeasti. Tuotteen matka raakamateriaaleista asiakkaalle on pidettävä joustavana, jotta se voi vastata esimerkiksi kysynnän muutoksiin. Myös tuotetta koskevan informaation on liikutettava esteettä kaupankäynnin osapuolten välillä. Tällöin puhutaan toimitusketjun läpinäkyvyydestä. (Ritvanen ym. 2011, 26.)

2.2 Toimitusketju

Toimitusketju on eri organisaatioista tai toimijoista muodostuva ketju, jonka tarkoituksena on toimittaa tuote raaka-ainelähteeltä asiakkaalle. Toimitusketjun hallintaan kuuluvat logististen toimintojen hallinta, tuotantoprosessien hallinta sekä markkinoinnin, myynnin, tuotesuunnittelun, talouden ja informaatioteknologian koordinointi. Logistisia toimintoja ovat asiakaspalvelu, kysynnän ennustaminen, hankinta, varastonhallinta, kuljetus, informaatioteknologia, pakkaaminen, varastointi, materiaalinkäsittely ja tilausten käsittely. (Grant ym. 2006, 12–17.) Jokainen logistinen toiminto aiheuttaa yritykselle logistiikkakustannuksia (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Teollisuuden ja kaupan alan logistiikkakustannukset yritysten liikevaihdosta 2005–2013 (Logistiikkaselvitys 2014, 15)

Toimitusketju ei kuitenkaan sisällä ainoastaan tavaravirtoja vaan myös tieto- ja rahavirtoja. Toimitusketjusta voidaan käyttää myös nimitystä arvoketju. Arvoketjun voidaan katsoa koostuvan arvotoiminnoista. Nämä toiminnot aiheuttavat yritykselle kustannuksia ja samalla tuottavat asiakkaalle lisäarvoa. Toiminnot on jaettu perustoimintoihin ja tukeviin toimintoihin. Perustoimintoja ovat esimerkiksi tulologistiikka, tuotanto, lähtölogistiikka (varastointi ja kuljetus) sekä myynti ja markkinointi. Nämä toiminnot muodostavat toimitusketjun selkärangan. Tukevia toimintoja ovat taas hankintatoimi, toiminnan ja tekniikan kehittäminen, henkilöstöhallinta ja yrityksen infrastruktuuri. Tukevien toimintojen tarkoitus on kehittää ja tehostaa toimitusketjun toimintaa. (Sakki 2014, 5–6.)

Hankintatoimi on toimitusketjun ensimmäinen lenkki. Sen tehtävänä on hankkia tuotteen valmistamisessa tarpeelliset raakamateriaalit, tuotteet ja palvelut. Hankintatoimeen kuuluu strategisia, taktisia ja operatiivisia toimintoja. Operatiivisia toimintoja ovat itse materiaali- ja palvelutilaukset sekä toimitusvalvonta. Käytettävän pääoman budjetointi ja hankintojen sopimusneuvottelut kuuluvat taktisiin toimiin. Stra-

tegiisiin toimiin kuuluvat hankintojen suunnittelu, kehittäminen ja hankintatarpeen ennustaminen. Hankintatoimen onkin oltava ennen kaikkea ennakoivaa, sillä toimitusketju katkeaa, jos tarpeelliset hankinnat eivät saavu ajallaan. Hankinnat voidaan jakaa tuotteen kannalta suoriin ja epäsuoriin hankintoihin. Suoria hankintoja ovat esimerkiksi raaka-aineet ja komponentit, jotka suoraan johtavat valmiiseen tuotteeseen. Epäsuorasti tuotteen valmistumiseen vaikuttavia hankintoja ovat esimerkiksi ylläpitoon ja kuljetuksiin liittyvät hankinnat. (Ritvanen ym. 2011, 31–33.)

Hankintojen osuus teollisuusyrityksen liikevaihdosta on suuri, jopa 70 %. Hankintakustannuksia tuotteelle syntyy paitsi itse hankinnan ostohinnasta, myös tavaran käsittely, huolinta ja tarkastukset lisäävät kustannuksia. Lisäksi hankinnassa on otettava huomioon tullit ja verot. (Mts. 36.)

Oleellisin toimitusketjun osa on tuotanto. Tuotantoon liittyvät tuotannon sijoittaminen, käytetyt teknologiat ja automaatio, alihankinta ja tuotannonohjaus. Tuotantolaitokset erikoistuvat usein tiettyihin tuotteisiin tai tuoteryhmiin, eivätkä koko tuotevalikoimaan, sillä näin pystytään toimimaan kustannustehokkaammin. Tuotantokapasiteetti on kyettävä sopeuttamaan kysynnän vaihteluihin. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi kapasiteetin jakamista alihankkijoille. (Mts. 46.)

Tuotteen siirtämiseksi tuotannosta asiakkaalle tuote on suojattava eli pakattava. Pakkausmateriaali valikoituu kovimman käsittelyvaiheen mukaan. Toisaalta pakkaamisen ainoa tehtävä ei ole tuotteen suojaaminen vaan se myös sisältää tietoa tuotteesta. Pakkaukseen vaikuttavat tuotteen ominaisuudet, pakkausmateriaali, jakelutapa, myynti, asiakas, lainsäädäntö ja ekologisuus. (Mts. 67) Pakkaamisesta aiheutuu kustannuksia henkilöstökulujen muodossa. Myös itse pakkauksen tulisi olla kooltaan ja materiaaliltaan kustannustehokas. Pakkauksen moduulimitoitus optimoi kuljetustilan käyttöä. Optimaalisella kuormatilan täytöllä mahdollistetaan suuremmat eräkoot ja pienemmät kuljetuskustannukset. Jos pakkaus ei suojaa tuotetta riittävästi, tuotteen vaurioitumisesta aiheutuu lisäkustannuksia. (Mts. 73–74)

Eri vaiheissa toimitusketjua on tarvetta varastoinnille. Varastoinnin syinä ovat tuotannon turvaaminen tai aikataulutekijät. Varastointiin kuuluvat varastotoiminnot ja –tilat. Varastotoimintoja ovat hyllytys, keräily, pakkaaminen, inventointi, kalustohuollot sekä tulo- ja lähtölogistiikkaa sivuavat toimet. Kaikki nämä toiminnot kattaa varas-

tonohjaus. Varastot pyritään minimoimaan, jotta pääomaa ei olisi turhaan sitoutuneena varastossa oleviin tuotteisiin. Kustannuksia aiheuttavat kiinteistökulut, koneet ja laitteet, henkilöstökulut ja informaatioteknologia. (Mts. 79–91)

Kuljettamisen tarkoituksena on tuotteen toimittaminen asiakkaalle. Kuljetus tuottaa aika- ja paikkahyötyä asiakkaalle, mutta ei tuo lisäarvoa tuotteelle. Käytettyyn kuljetusmuotoon vaikuttavat tuotannon sijainti, kuljetettavan tuotteen laatu, kuljetusvolyymi ja olemassa oleva infrastruktuuri. Kuljetusmuodoista ja infrastruktuurista muodostuu kuljetusjärjestelmä. (Mts. 106.) Kuljetusjärjestelmistä kerrotaan tarkemmin luvussa 3.1. Kansainvälisissä kuljetuksissa osana toimitusketjua on huolinta, johon sisältyy useita kuljetuksiin liittyviä toimintoja.

Kansainvälisissä kuljetuksissa toimitusketjut ovat pitkiä ja lähettäjän on siksi haastavaa hallinnoida lähetystä koko toimitusketjun ajan. Yleensä kansainvälisissä kuljetuksissa käytetään huolintaa tätä varten. (Karhunen & Hokkanen 2007, 195.)

Huolinnan tehtävänä on tavarankuljetus, varastointi ja muut näihin liittyvät tehtävät. Huolinta suunnittelee kuljetuksen ja tekee siihen liittyvät kuljetussopimukset. Myös lähetysten kaikkinaisen tarkastaminen ja lähetyskiin liittyvistä asiapapereista vastaaminen on huolinnan vastuulla. Muita olennaisesti kuljettamiseen tai varastointiin liittyviä tehtäviä ovat tullaus, tavarankäsittely ja merkintä, asiakirjojen ja vakuutusien huolehtiminen, kuljetukseen ja jakeluun liittyvä neuvonta sekä avustaminen perintätoimissa. (Mts. 195–196.)

Toimituslausekkeet määrittelevät oikeuksien ja velvollisuuksien jakautumisen kansainvälisissä kuljetustapahtumissa osapuolten välillä. Lausekkeet ovat tärkeitä, koska eri mailla on erilaiset lainsäädännöt ja käytännöt. Toimituslausekkeissa määritellään kustannusvastuu, tavaravastuu ja toimintavastuu. Kustannusvastuu määrittää kuljetuskustannuksista vastaavan tahon. Tavaravastuu tarkoittaa lähetysten kärsimien vahinkojen vastuuosapuolta. Toimintavastuu kertoo mitkä ovat kunkin osapuolen toimintavelvollisuudet. (Mts. 204.)

Tarkemmin huolinnan lähetyskohtaiset velvollisuudet ja toimintavastuu määritellään lähettäjän ja huolinnan välisessä huolintasopimuksessa. Huolintasopimuksessa määritellään myös huolintapalvelun kustannukset. Mikäli lähettäjä toimittaa saman huolintayrityksen kautta useita lähetystyksiä vuodessa, voidaan lähettäjän ja huolinnan vä-

lille laatia vuosisopimus. Vuosisopimuksessa määritellään huolinnalle lähetyksiä koskeva pysyvämpi ohjeistus, mikä vähentää työmäärää sekä toimeksiantajan että huolinnan puolella. (Mts. 195–196.)

2.3 Toimitusketjun riskien hallinta

Toimitusketjun hallintaan liittyy oleellisesti myös riskien hallinta. Erityisesti kansainvälisessä kaupassa pitkät toimitusketjut lisäävät erilaisia riskejä. Esimerkiksi lakon aiheuttama kuljetushäiriö missä tahansa toimitusketjun osassa asettaa koko toimituksen uhan alaiseksi. (Harrison & van Hoek 2011, 119.) Riskejä on olemassa sisäisiä ja ulkoisia. Ulkoisiin riskeihin ei voida vaikuttaa ja niitä ovat esimerkiksi luonnonkatastrofit, sodat ja terrorismi sekä lainmuutokset. (Christopher 2011, 190). Vaikka ulkoisten riskien aiheuttajiin ei voi vaikuttaa suoraan, on niihinkin pystyttävä reagoimaan ja varautumaan.

Kansainvälisessä logistiikassa on useita ominaisia piirteitä, jotka voivat lisätä toimitusketjun sisäistä riskiä. Läpimeno- ja kuljetusajat pidentyvät. Kuljetusajat ovat myös epäluotettavampia kuin lyhyissä toimitusketjuissa. Tähän on varauduttava ylläpitämällä varmuusvarastoa. Toisaalta pitkät läpimenoajat voivat myös kasvattaa varastoa, mikä lisää sitoutuneen pääoman määrää. Myös pitkien toimitusketjujen kuljetusmuotojen kirjo ja useat siirtymät eri kuljetusmuotojen välillä ovat riskialttiita. (Harrison & van Hoek 2011, 125-128.) Toimitusketjun haavoittuvuutta lisäävät myös riippuvuus toimittajista ja toimintojen ulkoistaminen. Ulkoistaminen vaikeuttaa toimitusketjun hallintaa. Nykyään yleiset ydinsaamiseen keskittyneet tuotantolaitokset vähentävät toimitusketjun joustavuutta ja kasvattavat kuljetusmatkoja, lisäten ketjun haavoittuvuutta. (Christopher 2011, 190-193.)

On luonnollista reagoida riskeihin välittömästi niiden ilmettyä. Jos tuotantoon kohdistuu uhka, voidaan kriittiset toimitukset turvata kasvattamalla väliaikaisesti varastoa. Mikäli vakituisesti käytetty kuljetusyritys tai –järjestelmä ei kykene vastaamaan esimerkiksi äkilliseen kuljetusvolyymin kasvuun, on hyvä kartoittaa vaihtoehtoisia kuljetusjärjestelmiä ja uudelleensuunnitella kuljetuksia. Reagoinnin on onnistuttava nopeasti ja siksi toimitusketjussa on varauduttava riskien aiheuttamiin uhkiin myös rakenteellisesti. Rakenteellinen varautuminen tarkoittaa jatkuvaa

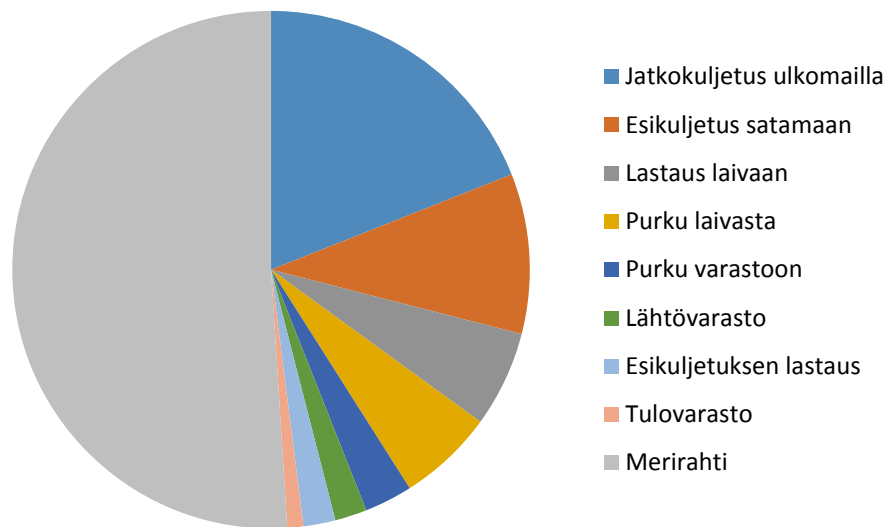
toimitusketjuun kohdistuvien riskien kartoitusta, niiden mahdollisten vaikutusten arviointia ja riskeihin liittyvää koulutusta. (Harrison & van Hoek 2011, 143-144.)

2.4 Toimitusketjun kustannukset

Toimitusketjun hallintaan liittyvät myös tavaravirtojen kustannusten, maksujen ja investointien suunnittelu ja toteuttaminen sekä informaation käsittely ja välittäminen ketjun eri toimijoiden välillä (Sakki 2014, 10). Hallinnan tavoitteet voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin. Ulkoinen tavoite on palvelutehokkuus, mikä tarkoittaa toiminnan kehittämistä samalla luoden lisäarvoa asiakkaalle. Sisäinen tavoite on kustannustehokkuus tai yleisemmin kannattavuus. (Sakki 2014, 14.) Yritys tasapainottelee sisäisen ja ulkoisen tavoitteen välillä. Palvelutehokkuuden parantaminen lisää yleensä kustannuksia. (Ritvanen ym. 2011, 27–29.)

Yrityksen kannattavuuteen vaikuttavat useat tekijät. Kannattavuutta voi lisätä toiminnan laatua parantamalla. Parantunut palvelun laatu lisää myyntituloja. Yritys voi myös kehittää pääoman hallintaansa minimoimalla sidottua pääomaa esimerkiksi vähentämällä varastoja. Tällöin tuotteita seisoo vähemmän tuottamattomana ja pääoma kiertää nopeammin. Lisäksi yksi kannattavuuteen vaikuttava tekijä on kustannustehokkuus. (Ritvanen ym. 2011, 26.) Kustannustehokkuus koostuu pääasiassa logistiikkakustannuksista, esimerkiksi varastointi- ja kuljetuskustannuksista. Konkreettisia toimenpiteitä logistiikkakustannusten alentamiseen ovat esimerkiksi materiaalinkäsittelyn minimointi, varastoihin sitoutuneen pääoman pienentäminen ja sijoitetun pääoman tuottavuuden nostaminen. (Sakki 2014, 14.)

Kuljetuskustannuksiin vaikuttavat sekä tuotteen ominaisuudet että markkinatekijät. Tuotteen ominaisuuksia ovat esimerkiksi tiheys, muoto, koko, käsiteltävyys ja arvo-painosuhde. Markkinatekijöitä ovat etäisyydet asiakkaisiin, lainsäädäntö ja kausi- tai sesonkivaihtelut. (Grant ym. 2006, 200–201.) Kansainvälisissä kuljetuksissa kokonaiskustannukset muodostuvat välittömistä ja välillisistä kustannuksista. Välittömiä kustannuksia ovat kaikki suoraan tavarankäsittelystä koituvat kustannukset. Välillisiä kustannuksia ovat muista kuljetusketjun toiminnoista aiheutuvat kustannukset. (Karhunen & Hokkanen 2007, 110.) Välilliset kustannukset, esimerkiksi maakuljetukset ja merirahti, muodostavat valtaosan kaikista kuljetusketjun kustannuksista (ks. kuvio 4).



Kuvio 4. Kuljetusketjun kustannusten jakautuminen (Karhunen & Hokkanen 2007, 111)

Rautatiekuljetuksista koituvat kustannukset riippuvat siitä, onko kyse kokojunakuormasta vai yksittäisistä vaunukuormista (Karhunen & Hokkanen 2007, 129). Kokojunalla tarkoitetaan kahden paikan välillä toimivaa kuljetusta, jossa koko juna on asiakkaan käytössä sopimuksen mukaan. Tämä mahdollistaa junan kapasiteetin mitoittamisen sopivaksi päivästä riippuen. Kokojunaa käytetään kuljetuksissa, joissa volyymit ovat suuria. (Kokojuna n.d.) Alempi yksikkörahtihinta saavutetaan, kun kuljetetaan suurempia määriä kerralla. Yksittäiset vaunukuormat vaativat enemmän käsittelyä suhteessa volyymiin. Tällöin myös kustannukset suhteessa volyymiin ovat luonnollisesti suuremmat. Kuljetusaika esimerkiksi Keski-Eurooppaan on yksikkökuljetuksissa pidempi verrattuna kokojunakuljetuksiin. Eniten aikaa kuluu muuhun toimintaan kuin itse kuljetukseen (odotusajat satamissa ja ratapihoilla). (Karhunen & Hokkanen 2007, 129.)

2.5 Toimitusketjun tehostaminen

Toimitusketjun kehittämisen lähtökohtana on yleensä kustannustehokkuus. Kehittämisen apuna käytetään usein prosessikaavioita, jotka havainnollistavat prosessin eri vaiheet. Yksi selkeä tehokkuutta lisäävä muutos on poistaa tai vähentää prosessista

turhia vaiheita, kuten tavarankäsittely. Erityisesti turhat päällekkäiset vaiheet näkyvät selkeästi prosessikaaviosta. Yleisesti arvoa tuottamattomia vaiheita tulisi minimoida ja mahdollisuuksien mukaan poistaa. Toisaalta olemassa olevia vaiheita voidaan suunnitella uudelleen kustannustehokkaammiksi. Tuotantoa ja jakelua voidaan tehostaa esimerkiksi lyhentämällä läpimeno- ja odotusaikoja. Koko prosessin tehokkuutta lisää myös informaation esteetön ja ajantasainen liikkuminen toimitusketjun eri osien välillä. Lisäksi työturvallisuuden parantaminen voidaan nähdä kustannustehokkuutta parantavana tekijänä. (Ritvanen ym. 2011, 51.)

3 Kuljetukset osana toimitusketjua

3.1 Kuljetusjärjestelmät

Kuljetusjärjestelmä on logistinen kokonaisuus, joka koostuu rakenteista, laitteista ja ihmisistä (Lähdevaara 2012, 1). Järjestelmän perustarkoitus on siirtää kuljetettava rahti rahdinantajalta rahdin vastaanottajalle, esimerkiksi tehtaalta satamaan. Kuljetuksen aikana rahti kulkee jakelukeskusten, tieinfrastruktuurien ja varastojen kautta. Nämä muodostavat kuljetusjärjestelmän rakenteet. Kuljetusjärjestelmään kuuluvat laitteet ovat esimerkiksi kuljetuskalustoa ja materiaalinkäsittelylaitteita. (Lähdevaara 2012, 2.)

Perusosa-alueiltaan kuljetusjärjestelmä voidaan jakaa kuljetusteknologiaan ja kuljetusten hallintaan. Kuljetusteknologiaa tarkoitetaan järjestelmään valittuja kuljetusmuotoja kuten auto-, juna- ja laivakuljetuksia ja näihin perustuvaa kuljetuskalustoa. Kuljetusten hallinnan toteuttavat kuljetusjärjestelmän toimijat, joita ovat toteuttajat ja käyttäjät. Kuljetuksen toteuttaja on usein kuljetusyritys, joka suunnittelee kuljetusjärjestelmän tietyt osat asiakkaan tarpeisiin ja osaltaan ohjaa järjestelmän toimintaa. Lisäksi järjestelmässä voi olla mukana huolitsijoita. Toteuttaja myös hinnoittelee kuljetuspalvelunsa perustuen järjestelmän aiheuttamiin kustannuksiin. Kuljetuksen hallinnan käyttäjiä ovat rahdin antajat ja vastaanottajat. Käyttäjä valitsee käytetyt kuljetusmuodot ja itse toteuttajan, jolta kuljetuspalvelu ostetaan. Käyttäjä ja toteuttaja neuvottelevat yhdessä kuljetussopimuksen. (Lähdevaara 2012, 1.)

Rahdinantajayrityksellä on useita vaihtoehtoja rahdin kuljetuksen toteuttamisessa. Yritys voi hoitaa kuljetuksen itse tai ulkoistaa sen. Yritys, joka hoitaa kuljetuksen itse, tarvitsee siihen joko omaa tai vuokrattua kalustoa. Tällöin yritys toimii kuljetuksen toteuttajana ja lisäksi vastuu kuljetusjärjestelmän suunnittelusta ja hallinnasta on yrityksellä. Ainoastaan käyttäjänä toimiva rahdinantaja ostaa kuljetuspalvelun ulkopuoliselta toimijalta. Kun kuljetuksesta tehdään käyttäjän ja toteuttajan välinen sopimus, puhutaan sopimusliikenteestä. Sopimus koskee tällöin vain käyttäjää ja toteuttajaa ja siinä määritellään palvelun piiriin kuuluvan rahdin määrä ja kuljetusten aikaväli. Käyttäjä voi ostaa palvelun myös linjaliikennesopimuksena. Linjaliikenteessä kuljetuskalusto kulkee säännöllisinä aikoina vakituisia kuljetusreittejä. Linjaliikenne kokoaa useiden käyttäjien rahdin yhteiseen terminaaliin jatkokuljetusta varten. Kuljetuspalvelu voi tällöin sisältää useampia kuljetusyrityksiä ja linjan markkinointi ja hallinnointi on terminaalin vastuulla. (Lähdevaara 2012, 3.)

Kuljetusjärjestelmän rakenteeseen vaikuttavat kiinteästi kuljetuksen piirteet. Kuljetukset voidaan jakaa kahteen tyyppiin: kaukokuljetukseen ja jakelukuljetukseen (ja noutokuljetukseen). Jakelu- ja noutokuljetus ovat lyhyen matkan kuljetuksia. Näissä kuljetuksissa kuljetusmuodoksi valikoituu yleensä maantiekuljetus. Usein sekä rahdin nouto että jakelu suoritetaan samalla ajoneuvolla. Jakelu- ja noutokuljetuksille on ominaista selkeä asiakasmäärä, joka on sijoittunut suhteellisen rajatulle alueelle. (Lähdevaara 2012, 2–3.)

Kaukokuljetuksissa välimatka lähettäjältä vastaanottajalle on pitkä. Kaukokuljetus voidaan jakaa ovelta-ovelle kuljetukseen ja yhdistelevään kuljetukseen. Ovelta-ovelle kuljetuksessa kuljetuksen toteuttaja siirtää rahtia ainoastaan yhdeltä lähettäjältä suoraan vastaanottajalle. Yhdistelevässä kuljetuksessa materiaalia kootaan useilta lähettäjiltä terminaaliin jatkokuljetusta varten. (Lähdevaara 2012, 2–3.)

Kuljetustyyppin lisäksi kuljetusjärjestelmä voidaan toteuttaa erilaisin perusmenetelmin. Vaihtoehtoisia menetelmiä ovat sarjajärjestelmä ja rinnakkaisjärjestelmä. Sarjajärjestelmässä erilaisista kuljetusmuodoista koostuva kuljetuskalusto muodostaa ketjun, jonka kaikkien osien läpi kulkee sama tavaravolyymi. Tällaiseen menetelmään päädytään, kun kuljetusreitti on pitkä ja kuljetusosuudet piirteiltään niin erilaisia, että saman kaluston käyttö kaikilla osuuksilla ei ole kannattavaa, mielekästä tai edes mahdollista. Hyvä esimerkki tällaisesta on ulkomaankuljetus, jossa yhdistyy maantie-,

juna- ja laivakuljetuksia. Rinnakkaisjärjestelmässä puolestaan kuljetusjärjestelmän määrittää tavaravolyymi ja sen vaihtelevuus. Tässä menetelmässä eri kuljetusmuodot siirtävät rahtia rinnakkain ja rahdin määrä jaetaan kunkin kuljetusmuodon kapasiteetin mukaan. Näin tehdään silloin, kun volyymi on liian suuri yhdelle kuljetusmuodolle tai –välineelle, eikä sitä haluta jakaa useammille kuljetuskerroille esimerkiksi toimitusaikataulun vuoksi. Rinnakkaiskuljetus on joustava kuljetusmenetelmä myös silloin, kun kuljetettava tavaravolyymi vaihtelee ajan mukaan. Kuljetusmenetelmät voidaan jakaa myös toisella tapaa jakojärjestelmiin ja liitosjärjestelmiin. Liitosjärjestelmässä materiaalivirrat kootaan useasta lähteestä yhdeksi materiaalivirraksi. Jakojärjestelmä toimii taas päinvastoin. Siinä yksi materiaalivirta jaetaan pienempiin osiin eri määränpäihin ja mahdollisesti myös eri kuljetusmuotoihin. (Lähdevaara, 5–6.)

Toimitusketjun hallinnasta on tullut tärkeä osa-alue kustannustehokkaalle toiminnalle yrityksissä. Toimitusketjut ovat pidentyneet ja monimutkaistuneet kansainvälistyneen kaupankäynnin myötä. Tämä trendi on kasvattanut toimitusketjun kustannuksien osuutta tuotteen kokonaiskustannuksista. Toisaalta materiaali- ja tuotantokustannukset ovat pienentyneet, koska materiaalihankintoja ja tuotannon sijoittamista on pyritty tehostamaan. Näiden asioiden seurauksena kansainvälisillä tavarakuljetuksilla on kasvava merkitys toimitusketjun kokonaiskustannuksissa. (Karhunen & Hokkanen 2007, 10.)

3.2 Kuljetusmuodot

Pääasiallisia kuljetusmuotoja on neljä: maantie-, laiva-, juna- ja lentokonekuljetukset. Kullakin kuljetusmuodolla on omat etunsa, haittansa ja rajoitteensa, jotka määräävät kuljetusmuodon valinnan rahdin kuljetusta suunniteltaessa. Valintaan vaikuttavat myös itse rahdin ominaisuudet, kuten tuotteen materiaali, koko, pinottavuus, volyymi ja arvo suhteessa painoon. Mitä pidempiä matkoja rahtia siirretään, sitä useammin päädytään yhdistelmäkuljetukseen, jossa eri kuljetusmuotojen joustavuus yhdistyy kustannustehokkuuteen. (Grant ym. 2006, 202.) Yhdistelmäkuljetuksesta kerrotaan tarkemmin luvussa 3.3.

Maantiekuljetuksissa kuljetusväline on kuorma-auto tai yhdistelmäajoneuvo. Näillä kuljetetaan monipuolisesti kaikkea elintarvikkeista elektroniikkaan ja kulutustuottei-

siin. Maantiekuljetukset kilpailevat lentokonekuljetusten kanssa, kun lastin volyymi on pieni ja siirrettävä etäisyys korkeintaan 500 km. Toisaalta se nousee kilpakumppaniksi junakuljetusten kanssa kun lasti on suuri ja siirtomatka 500 km pidempi. Maantiekuljetuksen ehdoton kilpailuvaltti on sen joustavuus ja monipuolisuus. Tieverkoston kattavuus mahdollistaa lastin kuljettamisen suoraan yritykseltä asiakkaalle. Todennäköisyys tuotteen vahingoittumiselle kuljetuksessa on pieni ja siten hävikkiä kuljetuksen aikana ei juuri tapahdu. Maantiekuljetus on siis myös turvallinen ja luotettava kuljetusmuoto. (Grant ym. 2006, 202.)

Lentokonekuljetus kilpailee pääasiassa maantiekuljetusten kanssa. Kuljetusmuotona lentokone on kallis, ja se nostaa vähäarvoisen tuotteen hintaa kohtuuttomasti. Jos tuotteen arvo-painosuhde on pieni, lentokoneen valinta kuljetusmuodoksi aiheuttaa logistiikkakustannusten osuuden nousemisen hallitsevaksi tuotteen kokonaiskustannuksissa. Tämän takia lentokoneella kuljetetaankin yleensä arvokkaita tuotteita, joiden valmistuskustannukset ovat valmiiksi korkeat. Etuna lentokuljetuksilla on niiden nopeus. Lentäen tuote siirtyy nopeasti kentältä toiselle, mutta kuljetuksen kokonaisaika saattaa odottamatta nousta, jos lento viivästyy ja tuote seisoo toimeettomana kentällä. (Grant ym. 2006, 204.)

Junakuljetukset ovat yleisiä Euroopassa. Niiden etuna on hyvä rautatieverkoston kattavuus kaikkiin suurimpiin kaupunkeihin. Toisaalta junakuljetus on joustamaton ja rajoittunut, koska raideverkosto ei kata kaikkia alueita ja muutoksia verkostossa tapahtuu harvoin. Junakuljetukset tarvitsevatkin yleensä tueksi muita kuljetusmuotoja. Junakuljetuksilla saavutetaan kuitenkin alhaisempi hinta-painosuhde maantie- ja lentokuljetuksiin verrattuna. Junakuljetuksissa on toisaalta otettava huomioon myös suurempi riski tavarán vaurioitumiseen ja hävikkiin verrattuna edellä mainittuihin kuljetusmuotoihin. Lisäksi verrattuna maantiekuljetukseen junakuljetus on pääsääntöisesti hitaampi ja kuljetuksia on saatavilla harvemmin. Junakuljetusten kilpailukykyä voidaan parantaa käyttämällä ”konttivaunuja”, joilla saadaan parempaa kustannustehokkuutta ja joustavuutta sekä suojataan kuljetettavaa tuotetta ja vähennetään itse tuotteen käsittelyä. Kuljetuskalustoa eli vaunuja tai kontteja ei välttämättä ole aina saatavilla. (Grant ym. 2006, 203.)

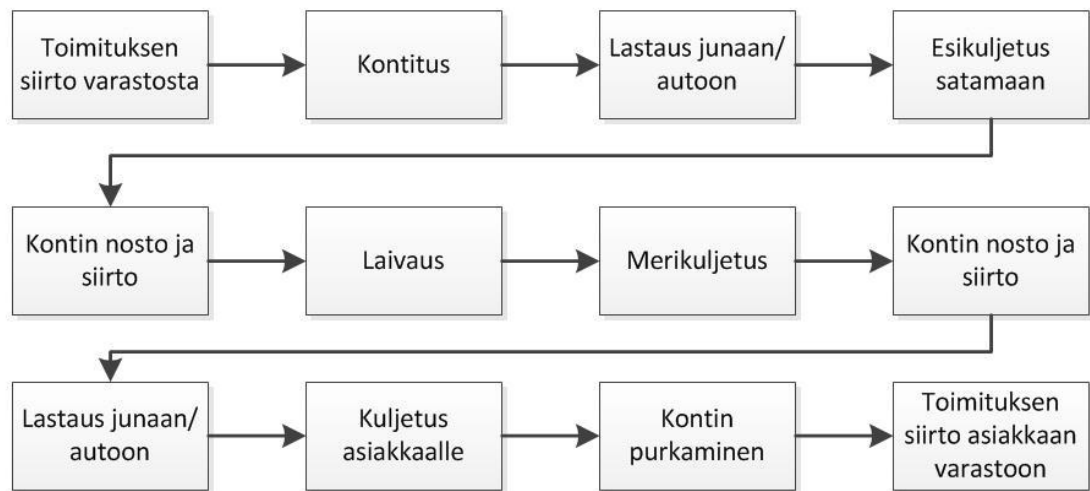
Laivakuljetukset hallitsevat kansainvälisiä tavarakuljetuksia. Laivakuljetuksilla voidaan kuljettaa suuria volyymejä rahtia, mikä mahdollistaa edullisen kuljetuskustannuksen.

Laivoilla kuljetetaan paljon sekä massa- että konttitavaraa. Kuljettavat tuotteet ovat arvoltaan vähäisiä. Sisämaassa vesireitit rajoittavat laivakuljetuksia, eikä niillä siksi ole suurta kilpailukykyä sisämaan kuljetuksissa. Laivakuljetuksissa tuotteet pakataan usein kontteihin tuotteen suojaamiseksi ja erilaisten tuotteiden käsittelyn helpottamiseksi. (Grant ym. 2006, 204–205.)

3.3 Yhdistetty kuljetus

Kansainväliset tavarakuljetukset ja toimitusketjut vaativat kuljetusjärjestelmien asiantuntemusta. Tärkeitä osa-alueita ovat muun muassa eri kuljetusmuotojen ja reittivaihtoehtojen tunteminen ja tehokas hyödyntäminen sekä muut lisäarvoa tuottavat tekijät kuten aika- ja paikkahyöty. Näiden tekijöiden huomioon ottaminen ei kuulu ainoastaan kuljetuksensuorittajalle vaan myös kuljetuksenantajalle. Kun eri vaihtoehtojen hyvät ja huonot puolet ovat tiedossa, kuljetuksenantaja pystyy tekemään kustannustehokkaampia päätöksiä kuljetusten toteuttamisessa. (Karhunen & Hokkanen 2007, 10.)

Yhdistetty kuljetus tarkoittaa kuljetustapahtumaa, jossa käytetään useampia kuljetusmuotoja. Yhdistetty kuljetus voidaan jakaa kahteen eri toimintamalliin, jotka ovat multimodaalikuljetus ja intermodaalikuljetus. Multimodaalikuljetuksessa ”tavarat kuljetetaan yhden kuljetussopimuksen perusteella vähintään kahdella eri kuljetusmuodolla”. Intermodaalikuljetus on kuljetus, jossa ”yhtä ja samaa kuljetusyksikköä tai kulkuneuvoa kuljetetaan kahdella tai useammalla eri kuljetusmuodolla ilman, että kuljetettaviin tavaroihin itseensä välillä kosketaan” (ks. kuvio 5). Yhdistetyn kuljetuksen hyödyt ovat seurausta jokaisen kuljetusmuodon pääomien ja resurssien optimoinnista. Näin saavutettavia hyötyjä ovat muun muassa kustannustehokkuus, nopeus, kapasiteetin riittävyys, ekologisuus ja eri logistiikan toimintojen yhdistely. (Karhunen & Hokkanen 2007, 175–176.)



Kuvio 5. Intermodaalikuljetus (Karhunen & Hokkanen 2007, 176)

Rautatiekuljetuksissa lähettäjä vastaa yleensä vaunujen kuormaamisesta ja purkamisesta. Paperi- ja sellutehtailla kuormaamiseen käytetään vastapainotrukkeja, joissa on tuotteisiin soveltuvat trukkipihdit. Tällöin lastaaminen tapahtuu lastauslaituria hyödyntäen. Sahatavaran lastauksessa ei yleensä käytetä lastauslaituria, vaan lastaaminen tapahtuu varastokentällä. Tätä varten tarvitaan suurella kapasiteetilla varustettuja haarukkatrukkeja, jotka nostavat sahatavarapaketit junavaunuun. (Karhunen & Hokkanen 2007, 124.)

Esikuljetuksen suunnittelussa lähettäjältä satamaan on otettava huomioon sataman ominaisuudet. Sataman palvelutason, esimerkiksi varastointikapasiteetin ja materiaalinkäsittelymahdollisuuksien on vastattava lähetysten tarpeita. Edellä mainittujen palveluiden kustannukset vaihtelevat satamittain, mikä luonnollisesti myös vaikuttaa sataman valintaan. Lisäksi itse satamassa tai sataman läheisyydessä voi olla saatavilla erilaisia lisäpalveluita kuljetusten järjestämiseen liittyen. Kustannusten lisäksi oleellisia valintaperusteita ovat liikenneyhteyksien määrä ja tiheys satamaan ja satamasta eteenpäin. (Karhunen & Hokkanen 2007, 106.)

3.4 Konttikuljetus

Kuljetusvälineenä yleisesti käytetyt merikontit sopivat hyvin yhdistettyihin kuljetuksiin (Karhunen & Hokkanen 2007, 180). Konttikuljetus tarkoittaa kuljetusta, jossa kuljetettava tavara pyritään toimittamaan lähettäjältä vastaanottajalle mahdollisim-

man vähällä käsittelyllä. Lähettäjä lastaa omistamansa tai vuokraamansa kontin kuljetusketjun lähtöpisteessä, esimerkiksi tehtaassa. Tämän jälkeen itse kontti lastataan junaan tai traileriin. Seuraavaksi kontti kuljetetaan lähtösatamaan, jossa se puretaan käytetyn kuljetusalustan kydistä. Lopuksi kontti lastataan laivaan, joka toimittaa kontin määräsatamaan. (Grant ym. 2006, 205.) Määräsatamasta kuljetusketju asiakkaalle menee päinvastoin kuin lähettäjältä lähtösatamaan.

Konttiliikenteessä tavaraerät lastataan yleensä joko lähettäjän toimesta itse lähtöpisteessä tai tavarat kuljetetaan lastattavaksi esimerkiksi satamaan kuljetuksensuorittajan toimesta. Kuljetuspalveluita ovat FCL tai LCL. FCL tarkoittaa täyttä konttia, jossa kontille on määrätty tietty yksikköhinta. LCL on konsolidoitu kontti, joka sisältää useiden lähettäjien tavaraeriä. Konttien käsittelystä syntyy luonnollisesti kustannuksia. (Karhunen & Hokkanen 2007, 178.)

Konttien käsittelyyn satamissa käytetään useita erilaisia välineitä. Lukkitrulli on näistä yleisin. Lukilla on mahdollista siirtää useita päällekkäisiä kontteja kerrallaan. Siirrot tapahtuvat laivauslaiturien ja varastokenttien välillä. Lukki soveltuu myös maaajoneuvojen purkamiseen ja lastaamiseen. Muita käytettyjä välineitä ovat kurottaja ja raskaat haarukkatrukit sekä tavalliset vastapainotrukit. (Karhunen & Hokkanen 2007, 93.)

Yhdistetyissä kuljetuksissa konttien käytöllä voidaan vähentää työvoiman määrää, kuljetusvaurioita ja varkauksia, lyhentää toimitusaikaa ja mahdollistaa tavarantoimittajalle alhaisemmat kuljetuskustannukset. Lyhyempi toimitusaika johtuu vähäisemmästä tavarankäsittelystä satamassa, eli kontti voidaan lastata ja purkaa laivasta nopeasti. (Grant ym. 2006, 205.) Kontteja käytetään toistuvasti, joten niiden rakenteen tulee olla kestävä. Konttien käytöllä vältetään ylimääräistä materiaalinkäsittelyä kuljetusmuodon vaihtuessa. Konttien käsittelyä on helpotettu erilaisilla tartuntaosilla. Lisäksi konttien sujuva lastaaminen ja purkaminen on otettu huomioon niiden suunnittelussa. (Karhunen & Hokkanen 2007, 180.)

Merikontit ovat standardimitoitettuja. Niitä on useampia eri tyyppisiä, joista 40 jalan kontti on yleisin (ks. taulukko 1). Muita vähemmän käytettyjä kokoja ovat 20:n ja 45:n jalan kontit. (Dry cargo containers n.d.)

Taulukko 1. 40 jalan merikontin tiedot (Container specifications n.d.)

Maksimikuorma	28 870 kg
Ulkomitat	12,192 m * 2,438 m * 2,591 m
Tilavuus	67 m ³
Oviaukon leveys ja korkeus	2,340 m ja 2,274 m
Sisämitat	12,032 m * 2,350 m * 2,393 m
Bruttomassa	32 500 kg
Kontin massa	3630 kg

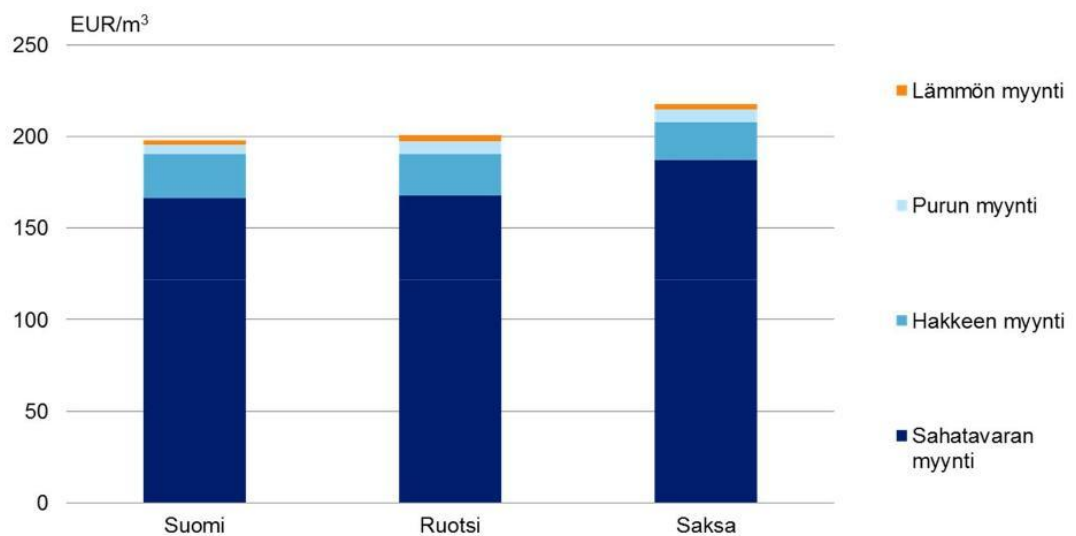
4 Sahatavarateollisuus

4.1 Sahatavarateollisuus Suomessa

Suomessa on lähes 80 teollista sahaa, jotka ovat sijoittuneet enimmäkseen Järvi-Suomeen ja rannikolle. Päätuotteita ovat kuusi- ja mäntysahatavara, joita tuotetaan lähes saman verran. Vuonna 2013 tuotettiin 10,4 miljoonaa kuutiota sahatavaraa, ja tuotantomäärät ovat kasvussa. Vienti oli tuotantomäärästä 5,6 miljoonaa kuutiota. Sahatavaratuotanto voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat erikoissahatavara, vakiosahatavara ja painekyllästetyt puutuotteet. Suomessa suurimpia konserniyhtiä ovat mm. Metsä Wood, Pölkky Oy, Stora Enso, UPM-Kymmene, Vapo Timber ja Versowood. (Brunila & Hämäläinen 2015, 7.) Suomen sahatavarateollisuuden valtteja ovat raaka-aineen laadukkuus, tuotannon tehokkuus ja osaaminen. Kilpailukykyä heikentävät raaka-aineen korkea hinta ja pitkät kuljetusmatkat kansainvälisessä kaupassa. (Sahateollisuus kamppailee korkeiden kustannusten kanssa 2013.)

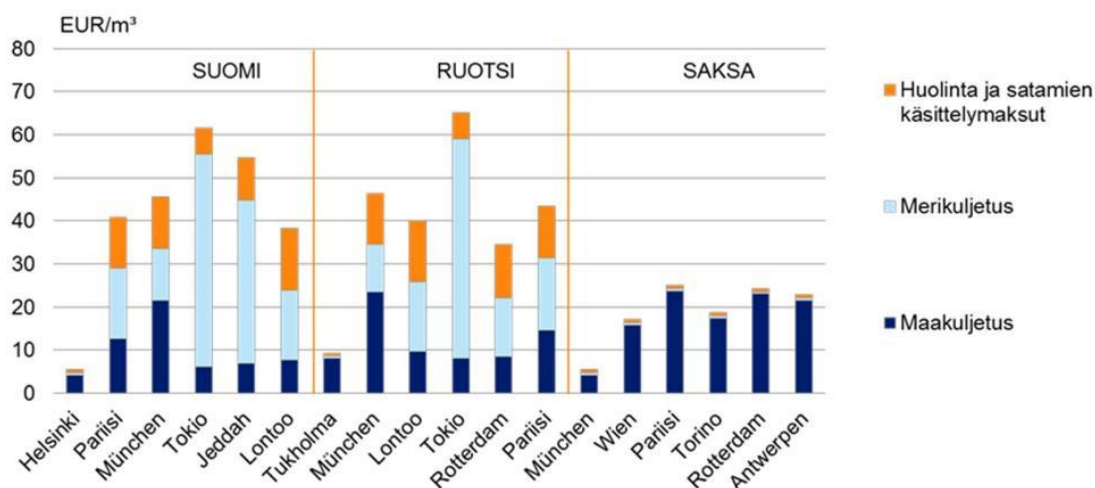
Suomi on 10:nneksi suurin havusahatavaran tuottaja maailmassa. Sahat keskittyvät havupuuhun, mikä on globaali trendi muissakin maissa. Useimmat sahat tuottavat sekä mäntyä että kuusta. Vain Koskisen Oy ja Kyyjärven saha tuottavat koivua. Suomen sahojen koot on pieniä verrattuna muihin Itämeren alueen maihin. (Brunila & Hämäläinen 2015, 16–19.) Sahatavaran tuonti Suomeen on vähäistä. Tuontisahatavaravolyymi oli vuonna 2013 yhteensä 33 000 kuutiota, josta suurin osa tuotiin Helsingin satamaan. HaminaKotka ja Loviisa ovat sahatavaran suurimmat vientisatamat. Kokonaisvienti oli 5,6 miljoonaa kuutiota vuonna 2013. Veneteollisuudelle tuodaan

erikoispuulajeja ja sahateollisuudelle tuotiin raakapuuta 5 miljoonaa kuutiota vuonna 2013. Suomessa raakapuun korjuumäärä oli 56 miljoonaa kuutiota vuonna 2013, josta 45 miljoonaa kuutiota oli yksityismetsistä. Kestävää hakkuuta voidaan toteuttaa 70 miljoonaa kuutiota vuodessa. (Brunila & Hämäläinen 2015, 23–24.) Päätuotteen eli sahatavaran myynnin lisäksi sahat saavat tuloja sahatavaran tuotannosta sivutuotteina syntyvien lämmön, purun ja hakkeen myynnistä (ks. kuvio 6).



Kuvio 6. Sahojen tulorakenne 2012 (Suomalaisen saha- ja puutuoteteollisuuden... 2013, 48)

Suomen maantieteellisestä sijainnista johtuen merikuljetukset ovat edullisin kuljetusmuoto pitkillä kuljetusetäisyyksillä. Yleisimmät lähtösatamat ovat HaminaKotka ja Loviisa, joista kuljetukset suuntautuvat enimmäkseen Bremerhaveniin ja Hampuriin Saksassa sekä Egyptiin Aleksandrian satamaan. (Brunila & Hämäläinen 2015, 7–13.) Ulkomaille suuntautuviissa sahatavarakuljetuksissa suurin kuljetuskustannustekijä on merirahti (ks. kuvio 7).



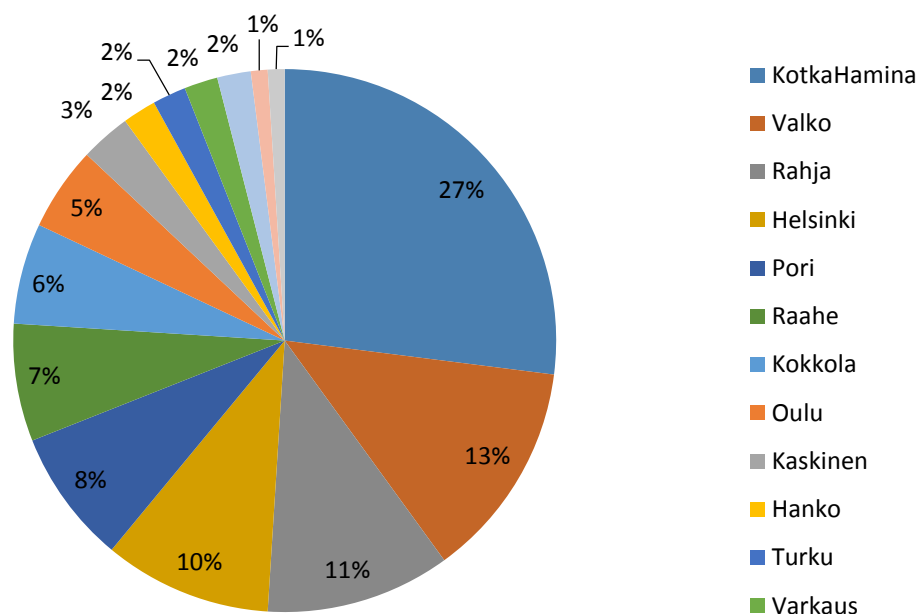
Kuvio 7. Sahatavaran kuljetuskustannusvertailu eri kuljetusväleillä (Suomalaisen saha- ja puutuoteteollisuuden... 2013, 42)

Merikuljetukseen liitetään usein muita kuljetusmuotoja, jolloin puhutaan multimodaali- tai intermodaaliliikenteestä. Hallitsevin kuljetusmuoto sahatavaran kuljetuksessa maitse on maantiekuljetus, tarkemmin täysperävaunuyhdistelmä. Kuljetusmuodon valintaan kuitenkin vaikuttaa se, onko sahalle rautatieyhteys. (Brunila & Hämäläinen 2015, 7–13.)

Vain harva saha on sijoittunut sataman läheisyyteen, mutta usein sahalle tai sahan paikkakunnalle on raideyhteys (Brunila & Hämäläinen 2015, 10–11). Junayhteyden käyttämiseen vaikuttaa suuresti yhteyden tyyppi. Jos junayhteys ei tule suoraan sahalle, tarkoittaa se yhtä lastaus- ja yhtä purkutapahtumaa enemmän. Tämä on harvoin kustannustehokasta. (Brunila & Hämäläinen 2015, 21.) Toisaalta edellytyksenä junakuljetuksen hyödyntämiseen ovat myös suuret ja säännölliset tuotantomäärät sekä vaunujen tiheä kiertonopeus, jolla taataan kuljetusten luotettavuus. Suurimmilla sahayrityksillä on useampia sahoja ympäri maata. (Brunila & Hämäläinen 2015, 10–11.)

Sahat valitsevat käytettäviä lähtösatamia eri kriteerein. Näitä ovat muun muassa sataman etäisyys sahasta, esikuljetuksen kustannukset satamaan ja sataman palvelutaso. Sahojen etäisyydet satamiin ovat keskimäärin 100–300 km. Etäisyyttä enemmän sataman valintaan vaikuttavat käytettävissä olevat kuljetusmuodot kustannuksineen, sataman palvelutaso ja linjaliikenteen jatkoyhteydet. (Brunila & Hämäläinen 2015,

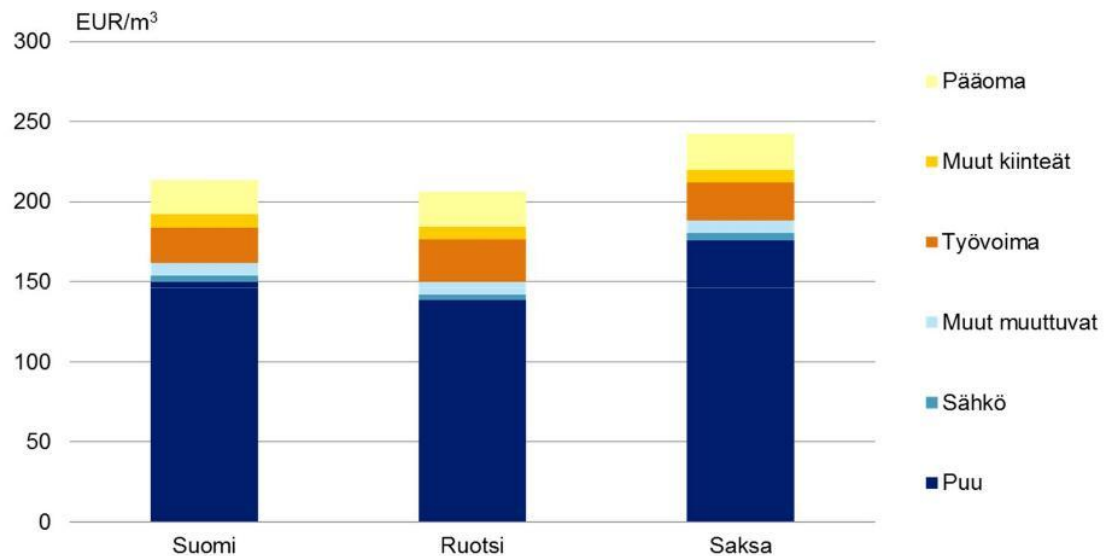
12–14.) Turun yliopiston Brahea keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen teettämän kyselytutkimuksen mukaan ylivoimaisesti eniten käytetty sahatavaran vientisatama on KotkaHamina (ks. kuvio 8).



Kuvio 8. Sahateollisuuden vientisatamien jakautuminen (Brunila & Hämäläinen 2015, 45)

Satamapalveluita tarjoavat satamayhtiö, satamaoperaattori, varustamo ja viranomaiset. Näiden toimijoiden palveluiden käytöstä aiheutuu erilaisia kustannuksia, esimerkiksi tavara-, alus-, satamapalvelu- ja varastointimaksuja. Satamaoperaattorin toiminnasta aiheutuvia kustannuksia ovat ahtauskulut (materiaalinkäsittely) ja huolintamaksut. Tavarankontitus voi tapahtua satamassa, mistä aiheutuu myös kustannuksia. Niitä ovat konttien lastaukset, purkamiset, siirrot ja varastoinnit. Konttien nouto ja palautus on myös järjestettävä ja lisäksi kirjattava tiedot konttiterminaaliin. Konteille tehdään myös kuntotarkastuksia ja huoltoja. Viranomaismaksuja ovat väylien käyttöön liittyvät maksut kuten luotsausmaksut. Varustamon kustannuksiin vaikuttaa se kuinka kauan laivat viettävät aikaa satamassa. Lyhyempi vaihtuvuus edesauttaa sataman kykyä käsitellä enemmän rahtia ja laivoja. Tämä taas tarkoittaa alempia rah-

tikustannuksia varustamon asiakkaille. (Brunila & Hämäläinen 2015, 12–14.) Sahojen kustannuksista valtaosa syntyy puuhankinnoista (ks. kuvio 9).



Kuvio 9. Sahojen kustannusrakenne 2012 (Suomalaisen saha- ja puutuoteteollisuuden... 2013, 47)

Lyhyemmillä etäisyyksillä laivakuljetusten kannattavuuteen voidaan vaikuttaa eri tavoin. Yksi tapa on valita edullinen kuljetusmuoto rahdin kuljettamiseksi lähtösatamaan tai määräsatamasta. Laivojen satamassa oloajan lyhentäminen lisää myös kannattavuutta. Lisäksi käsittelyn ja käsittelykustannusten vähentäminen satamassa vähentää myös kustannuksia ja parantaa siten kuljetuksen kannattavuutta. (Brunila & Hämäläinen 2015, 13.)

Turun yliopiston Brahea keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen teettämän kyselytutkimuksen mukaan sahayritykset määrittelevät tärkeimmiksi sataman valintakriteereikseen kustannustekijät, etäisyyden satamaan ja jatkoyhteydet määräsatamaan. Kyselyyn vastasi 11 sahayritystä, joista vain kolme kuljetti sahatavaraa myös junalla. Yrityksistä kuitenkin kuudella on suora raideyhteys sahalta satamaan. Syitä raideyhteyden hyödyntämättä jättämiseen ei kyselyssä kartoitettu. Kyselyssä otettiin myös selvää sahatavaran varastointitavoista, jotka osoittautuivat hyvin kirjaviksi. Varastointitapa riippuu paljon tuotteen varastointivaatimuksista, jotka ovat

eri tuotteilla erilaisia. Yleisin varastointitapa oli sataman varastointimahdollisuuksien käyttäminen. Seuraavaksi yleisin oli tehtaan omien varastojen käyttäminen ja vähiten käytettiin satamaoperaattorin varastotiloja. Kuljetustavat sahoilta satamiin ovat ja-kautuneet kyselyn mukaan irtolasteihin ja kontitettuihin lasteihin. Lasteista 85 % kuljetetaan irtolasteina satamaan ja vain 15 % lasteista kontitetaan valmiiksi jo sahalla. Kontitettava sahatavara on pääosin arvopuuta ja erikoispuutavaraa. (Brunila & Hämäläinen 2015, 39–55.)

Kyselyssä otettiin myös selvää kuljetusten suunnittelusta ja hallinnasta. Yleisin tapa hoitaa ne on käyttää tehtaan omaa osastoa tai henkilöä, joka vastaa logistiikan ja kuljetusten hallinnasta. Tähän kuuluu mm. esikuljetusten tilaaminen satamaan. Sahojen vastausten perusteella sahat pyrkivät kokonaisvaltaisesti suunnittelemaan kuljetukset varsinkin satamaan asti, jotta päästään mahdollisimman edullisiin kuljetuskaisuihin. Kuljetukset pienemmiltä sahoilta tapahtuvat yleensä asiakkaan toiveiden mukaan, jolloin asiakas voi valita toimitusehdon ja sataman toiveidensa mukaan. (Brunila & Hämäläinen 2015, 48.)

4.2 Sahatavaran kontitustavat

4.2.1 Työntöalusta

Sahatavaraa on mahdollista lastata merikontteihin käyttämällä tavallista vastapainotrukkia. Trukin korkeuden tulee olla tarpeeksi matala, jotta se mahtuu konttiin. Lastaaminen tapahtuu käyttämällä kontin suulle asennettavaa ramppia ja trukin pihteihin kiinnitettävää työntöalustaa. Tällä metodilla sahatavara on mahdollista kontittaa nopeasti, turvallisesti ja kustannustehokkaasti. (Rollin n.d.)

Yhdellä kerralla konttiin voidaan lastata koko kontin leveydeltä neljä pitkää sahatavararippua. Trukin nostokyvyn ei tarvitse olla kuin 4–7 tonnia, mutta sillä on mahdollista työntää raskaat niput (jopa 18 tonnia) kerralla kontin sisään. Lastauspaikka voi sijaita sisällä tai ulkona, eli lastauksen voi suorittaa mahdollisimman lyhyillä siirtymillä. Lastausprosessiin riittää kaksi työntekijää, jotka voivat lastata neljäkin konttia tunnissa. Nippujen alle on järkevää laittaa aluspuut, jotka helpottavat purkamista. Kontitustapa on investointikustannuksiltaan alhainen, sillä sitä varten tarvitaan vain työntöalusta ja ramppi avustamaan työnnössä. Työnnön aikana sahatavara on tuke-

vasti alustan tai levyn päällä eli nippuihin ei kohdistu ulkoista rasitusta. Tämä pienentää käsittelyvaurioiden mahdollisuutta. (RollIn n.d.)

4.2.2 Automaattinen täyttölaite

Actiw LoadPlate -niminen automaattinen täyttölaite mahdollistaa merikonttien, trailerien ja muiden kuormatilojen lastaamisen erittäin nopeasti ja kustannustehokkaasti. Yhden kuormatilan lastaaminen vie vain vajaat viisi minuuttia. Laitteen käyttöä varten tarvitaan yksi työntekijä ja yksi trukki. (Actiw Loadplate – the magic of... n.d.) Kuorma nostetaan laitteessa olevan rullakuljettimen päälle. Kuljettimen ja kuorman välissä on ohut työntölevy, jolla kuorma työnnetään kuormatilan sisälle. Kuormatila voidaan lastata täyteen yhdellä työnöllä ja tämän jälkeen laite vetää työntölevyn kuorman alta pois. (Operating principle of LoadPlate n.d.) LoadPlate on erityisen kustannustehokas valinta pitkien tuotteiden kanssa, jotka tavallisesti vaativat päältä aukeavan kuormatilan. Laite mahdollistaa konttien täyttöasteen nostamisen, sillä kontin korkeus pystytään käyttämään paremmin hyväksi ohuen työntölevyn takia. LoadPlaten käyttö vähentää käsittelyvaurioita, sillä trukilla ei tarvitse ajaa kuormatilan sisään. Lisäksi laitteen käytön etuna on parantuva työturvallisuus, koska kuormatilan sisälle ei tarvitse mennä, trukin käyttöä on vähemmän ja työntekijöiden määrä on lastaustapahtumassa alhaisempi. (Actiw Loadplate – the magic of... n.d.)

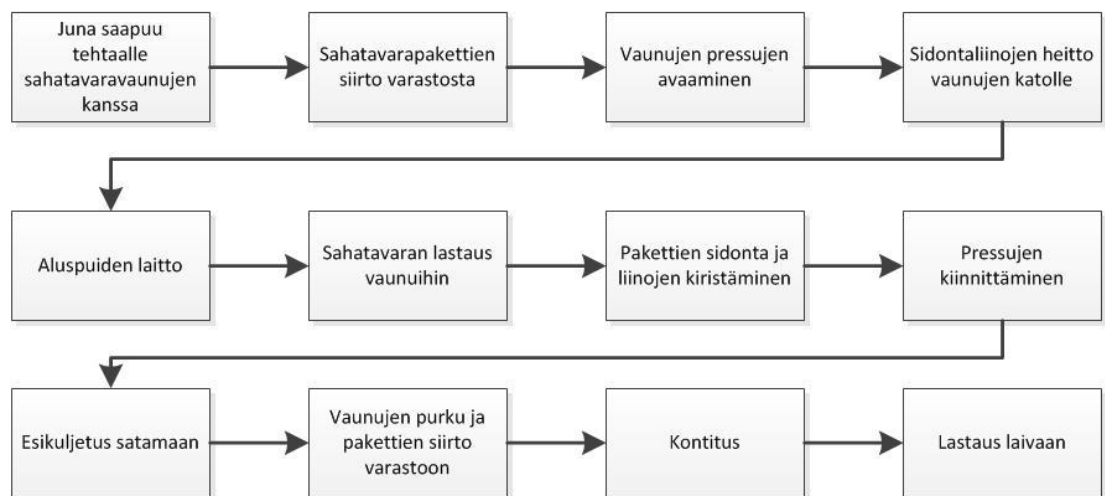
5 Tutkimus sahatavaran kontituksesta

5.1 Nykyisen toimitusketjun osan kuvaus

Tässä tutkimuksessa tutkittiin kustannustehokkainta tapaa sahatavaran kontitukseen. Toimitusketjun osasta käytetään nimitystä kuljetusketju. Toimeksiantajana on eräs Metsä Woodin saha. Tältä sahalta lähetetään satamiin kontitettavaksi merkittävä määrä sahatavaraa vuosittain. Sahalta kontitettaviksi lähtevät tuotteet kuljetetaan pääsääntöisesti junalla ja loput kuljetetaan autolla. Tässä tutkimuksessa keskityttiin junalla kuljetettavaan sahatavaraan ja tarkemmin kuljetusketjuun sahan lastauskentältä erääseen lähtösatamaan.

Tutkimuksessa kartoitettiin ja eriteltiin nykytilanteen kustannukset, jotka muodostuvat sahatavaran toimitusketjussa sahan lastausalueelta lähtösatamaan. Nykytilanteen kustannuksia verrattiin tehtaalla tapahtuvan kontituksen kustannuksiin sekä lisäksi verrattiin rautatiekuljetuksen ja mahdollisen maantiekuljetuksen kustannuksia.

Nykytilanteessa sahatavara lastataan tehtaalla junavaunuihin (ks. kuvio 10). Junavaunut ovat tyypiltään Hbi-sahatavaravaunuja (ks. liite 1). Lisäksi sahan käytössä on muutama Habbin-sahatavaravaunu, joihin mahtuu kuormaa kahden merikontin edestä. Lastausprosessi työllistää kaksi henkilöä. Heistä toinen käyttää pyöräkonetta sahatavaranippujen hakemiseen varastosta ja nostamiseen junavaunuihin. Toinen työntekijä on ns. jalkamies, jonka työnkuvana on avustaa lastaamisessa. Hänen työtehtäviinsä kuuluvat junavaunujen pressujen avaaminen ja sidontaliinojen käyttö. Lisäksi hän asettaa aluspuut nippujen väliin. Aluspuiden tehtävänä on helpottaa lastaamista ja kuormaamista, sillä yleensä sahatavaranippuja on kaksi päällekkäin eli eri niput on aluspuiden avulla helppo pitää toisista erillään. Sidonta tapahtuu kiinnittämällä liinojen toinen pää junavaunun lattiakoukkuihin. Tämän jälkeen jalkamies heittää liinat vaunun katon yli. Kun pyöräkoneenkuljettaja on lastannut vaunun täyteen, jalkamies laskee liinat alas. Tämän jälkeen hän kiinnittää liinojen toisen pään vaunun avoinna olevan puolen lattiakoukkuihin ja lopuksi hän kiristää liinat. Lopulta apumies kiinnittää vaunun pressut kuljetusta varten. Lastaajille kuuluvat myös lähetyksien merkinnät.



Kuvio 10. Nykytilanteen toiminnot kuljetusketjussa

Yhteen 2-akseliseen junavaunuun lastataan yhden kontin tavarat. Lastaamisprosessi ja varsinkin rahdin sidonta vie aikaa, jopa 1/3 kokonaislastausajasta kuluu sidontaan ja pressujen käyttöön. Lisäksi sidontaprosessi on työturvallisuuden kannalta heikko, sillä riskinä on liukastuminen tai horjahtaminen ja putoaminen vaunun reunalta maahan.

Lastaamisprosessiin on varattu aikaa noin yksi vuorokausi. Juna vaunuineen saapuu sahalle iltapäivällä ja lähtee satamaan seuraavana päivänä. Lastaaminen tapahtuu kahdessa vuorossa. Yksi vuoro pystyy lastaamaan 8-10 vaunua kahdeksassa tunnissa. Yhteensä yhden junan lastaaminen kestää siis noin 16 tuntia. Junan pitkä lastausaika helpottaa töiden suunnittelua verrattuna sahalle saapuviin yhdistelmäajoneuvoihin, jotka on lastattava pikimmiten auton saapumisen jälkeen. Lastattu juna saapuu lähtösatamaan lähtöpäivää seuraavana aamuna. Satamassa satamaoperaattori purkaa vaunut, siirtää sekä mahdollisesti varastoi sahatavarat, kontittaa ne ja hoitaa huollin. Laivaan lastauksen suorittaa toinen operaattori. Noin 80 % satamaan saapuvista lasteista kontitetaan heti ilman välivarastointia. Toimeksiantaja on tyytyväinen satamaoperaattorin toimintaan, ja hintatasoakin on alennettu nykyiselle sopimuskaudelle. Lisäsäästöjä satamakustannuksissa pitäisi kuitenkin olla saavutettavissa kontitus-tapahtuman siirtämisellä tehtaalle.

Vaunujen saatavuus on hyvä, sahan käytössä on lähes 100 sahatavaravaunua, joilla pääosin pystytään vastaamaan kuljetustarpeeseen. Sesonkiaikoina vaunujen saatavuuden luotettavuus vaihtelee suuresti ja tällöin käytetään maantiekuljetuksia raidekuljetusten rinnalla toimitusvarmuuden varmistamiseksi satamaan. Satamakontituksen etuna on mahdollisuus kuljettaa sahatavaraa varastoon ja niiden kontitus on tällöin mahdollista tehdä heti, kun kontteja vapautuu satamassa sahan lähetyksiä varten.

5.2 Nykyisen toimitusketjun osan kustannukset

Toimitusketjun osasta käytetään nimitystä kuljetusketju. Tämä sisältää kaikki vaiheet ja niistä syntyvät kustannukset tehtaan lastauspaikalta lähtösatamaan. Kuljetusketjun kustannukset koostuvat lastauksesta (1), esikuljetuksesta (2) sekä satama- ja huolin-

takustannuksista (3). Lastauskustannukset tarkoittavat pyöräkoneen käyttöä (tuntihinta) ja kahden työntekijän palkkakustannusta (€/h). Vertailuna voidaan sanoa, että kahden työntekijän palkkakustannus tuntia kohden on kolminkertainen pyöräkoneen tuntihintaan verrattuna. Lastauskustannukset on laskettu käyttämällä lastaajan arviota yhden vuorokauden aikana lastattavista junavaunuista sekä konttien keskimääräistä täyttöastetta. Täyttöasteena käytetään vuoden 2016 tammi-maaliskuun välisenä aikana satamassa kontitettujen konttien toteutunutta keskimääräistä täyttöastetta. Yhden vaunun tavarat lastataan satamassa yhteen konttiin, joten kontin täyttöasteen käyttäminen laskennassa on perusteltua. Yhden vuorokauden arvioitua vaunumäärää käytetään vertailupohjana tehdaskontituksessa. Lastauskustannukset vastaavat noin 13 % kyseisen kuljetusketjun kokonaiskustannuksista. Lastausprosessi on ulkoistettu asiaan erikoistuneelle lastausyrittäjälle urakkasopimuksella.

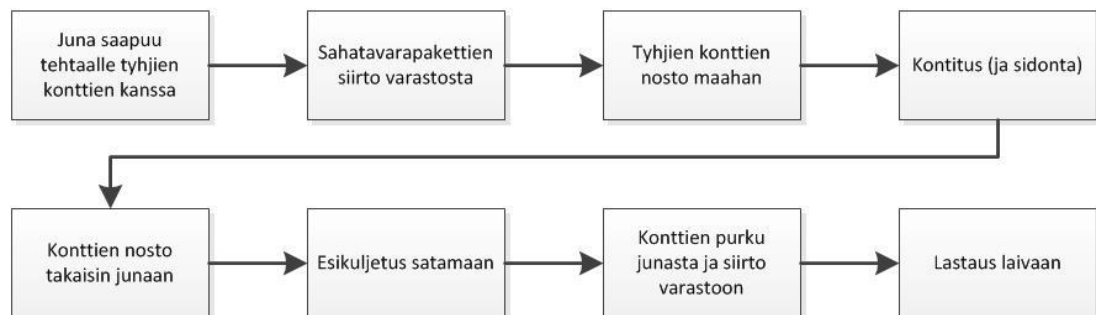
Esikuljetuksen kustannus sisältää vaunujen kuljetuksen lähtösatamaan. Kustannus on kuutiomäärään perustuva. Kuljetusmuotona on käytännössä aina raidekuljetus. Autokuljetusta käytetään, kun junavaunujen saatavuus on heikko. Tämän takia maantiekuljetus jätetään nykytilanteen kustannusten kartoittamisessa väliin. Esikuljetuksen osuus junalla satamaan vastaa noin 49 % kyseisen kuljetusketjun kokonaiskustannuksista. Osuus on merkittävä, mutta siihen ei nykytilanteessa voi vaikuttaa kuutioperusteisen hinnan takia.

Satamakustannukset koostuvat sahatavaran kontituskustannuksesta (€/kontti), sataman tavaramaksusta (€/m³) ja AREX-maksusta (€/kontti). Kontituskustannus sisältää kaiken itse kontituksesta huolintaan. Satamakustannukset ovat noin 38 % kuljetusketjun kokonaiskustannuksista. Satamakustannuksista selkeästi suurin kuluerä on kontitus.

5.3 Tehdaskontituksen kuvaus

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan vaihtoehtona nykyiselle toimintatavalle kontituksen siirtämistä satamasta tehtaalle. Tehdaskontituksessa tyhjät kontit saapuvat junalla suoraan satamasta tehtaalle (ks. kuvio 11). Kontit kuljetetaan Sgm-tyypin konttivauunilla (ks. liite 2). Tehtaalla kontit puretaan junasta lastaamista varten. Lastaamisprosessi tapahtuu kolmella työkoneella: pyöräkoneella, konttikoneella ja työntökoneella.

Konttikone tarkoittaa ns. konttilukkia ja työntökone tavallista vastapainotrukkia. Konttikone nostaa kontit maan tasalle ja itse lastaus tapahtuu työntökoneella. Monempia koneita käyttää sama työntekijä. Pyöräkoneen kuljettajan tehtävänä on nousta sahatavaraniput varastosta ja asettaa ne konttien avoimen puolen eteen. Tällä ratkaisulla vähennettäisiin sahatavaran käsittelykertoja ja nopeutettaisiin tehtaalla tapahtuvaa lastausta. Suoraan kontteihin lastatessa kuorman sitominen ei ole tarpeen, koska konttien täyttöaste on niin suuri. Jos kontti jää vajaaksi kuorma tulee kuitenkin tukea tai sitoa. Joka tapauksessa sidonnan vähentyminen vaikuttaa merkittävästi lastausyksikön lastausaikaan. Arvioiden mukaan lastausaika voisi lyhentyä vähintään kolmanneksella.



Kuvio 11. Kuljetusketjun toiminnot tehdaskontituksessa

Kontitustapahtumaa varten ei ole vielä määrätty tiettyä aluetta tehtaalla. Suurin riski tehdaskontituksessa on konttien saatavuus. Konttien kierto on hidasta verrattuna tavallisten junavaunujen kiertoon. Käytännössä konttien kiertoaika satamasta tehtaalle ja takaisin satamaan on lähes kolme vuorokautta. Vaunukuljetuksilla materiaa- livirta on vaivatonta pitää tasaisena sahan ja sataman välillä. Jos kontteja ei ole saatavilla, niin varalla pitäisi olla suunnitelma kuljetusten häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi. Käytännössä tämän voisi hoitaa tekemällä sopimus satamaoperaattorin kanssa, mikä mahdollistaisi tarpeen vaatiessa sahatavaran kontituksen myös satamassa. Tällöin käytettäisiin nykytilanteen tavoin junavaunuja tai autokuljetuksia.

Kun valmiiksi lastatut kontit saapuvat satamaan, ne nostetaan junan/auton kyydistä ja viedään varastointialueelle. Tehdaskontitus siis vähentää kontin sisällä olevan sahatavaran käsittelykertoja kahdella, yhdellä purku- ja lastaustapahtumalla. Intermo-

daalikuljetusten hyödyntäminen kansainvälisessä tavaraliikenteessä on järkevintä aloittaa heti kuljetuksen lähtöpisteestä. Käsittelykertojen minimointi vähentää käsittelyvaurioiden määrää ja siten myös tuo lisäarvoa asiakkaalle. Lisäksi mahdolliset tavarahävikit vähenevät, kun kuljetusketjussa käsitellään ainoastaan konttia eikä sen sisällä olevaa rahtia.

Sahan ja kyseessä olevan sataman väliä ei voida toteuttaa pelkästään käyttäen maantiekuljetuksia. Tämä johtuu halusta säilyttää säännölliset junakuljetukset tehtaalta ja tehtaalle. Junakuljetusten käyttäminen on maantiekuljetuksia kustannustehokkaampaa, kun kuljetusvolyymit ovat nykyisen kaltaisia. Toimeksiantajan mukaan autokuljetusta voitaisiin katsoa hyödynnettävän jossain määrin, jos tehtaan ja sataman väliä olisi mahdollista ajaa käyttämällä HCT-yhdistelmää. Tällainen superraskas ajoneuvoyhdistelmä pystyy kuljettamaan kahta 40 jalan merikonttia kerrallaan. Tämä kuitenkin vaatisi poikkeusluvan hakemista Trafilta. Joka tapauksessa maantiekuljetus on nopea ja joustava vaihtoehto äkilliseen kuljetustarpeeseen. Auto voi tuoda merikontin satamasta lastattavaksi ja viedä takaisin satamaan saman päivän aikana. Tehdaskontituksella ei olisi muita vaikutuksia sahan toimintaan kuin että kontittamiselle pitäisi löytää sopiva alue sahalta.

5.4 Tehdaskontituksen kustannukset

Kuljetusketjussa käytetyt kontit ovat 40 jalan merikontteja. Yhteen vaunuun/konttiin menevät ainoastaan yhden asiakkaan tilaukset. Vertailuyksiköksi otettiin euromääräiset kustannukset sahatavarakuutiota kohti eli €/m³. Tutkimuksessa käytetään kustannusvertailuun myös yksikköä €/kontti (tehtaalla tai satamassa kontitettu kontti).

Tehdaskontituksen kustannukset koostuvat kolmesta kustannuserästä: lastauskustannuksista tehtaalla (1), esikuljetuksesta (2) sekä satama- ja huolintakustannuksista (3). Tutkimuksen tavoitteena on tutkia kvantitatiivisesti onko kustannustehokkaampaa suorittaa kontitus tehtaalla. Tehdaskontituksen kustannuksista voidaan olettaa, että satamakustannukset luonnollisesti pienentyvät, mutta toisaalta lastauskustannukset kasvavat tehtaalla.

Käytetään lastaajan arviota vuorokaudessa tehtaalle lastattavaksi saapuvien konttien lukumäärästä. Lähtöarvot ja tarkat laskutoimitukset ovat liitteenä (ks. liite 3). Konti-

tukseen on varattu aikaa noin vuorokausi. Kontitustapahtuman tarkka sijainti ei ole vielä tiedossa. Lastauskustannukset tehtaalla tulevat koneiden käytöstä ja työntekijöiden palkkakustannuksista. Erona nykytilanteeseen, jossa sahatavarat lastataan junavaunuihin, työkoneita tulee kaksi ja työntekijöitä yksi lisää. Kolmen käytettävän työkoneen kustannukset ovat tuntiperusteisia kuten myös kolmen työntekijän palkkakustannus. Nämä lisäykset luonnollisesti tarkoittavat suurempia lastauskustannuksia kuin nykytilanteessa. Toisaalta lastausprosessi lyhentyy 16 tunnista noin 10 tuntiin, mikä tehostaa lastausta. Apumies ei ole mukana koko lastausaikaa, sillä kontituksessa työ määrä jää hänellä vähäiseksi. Lisäksi lastauksessa käytettävät välipuut tulevat uudeksi kustannuseräksi. Junavaunuihin lastatessa välipuut kiertävät satamasta takaisin tehtaalle. Tehdaskontituksen lastauskustannukset vastaavat noin 23 % vaihtoehtoisen kuljetusketjun kustannuksista.

Esikuljetusvaihtoehtoina ovat juna- ja autokuljetus. Nykyään rahtiyksikkönä käytetään €/m³, mutta konttien tapauksessa esikuljetuskustannus on konttiperusteinen eli €/kontti. Siten esikuljetustakin varten konttien täyttöasteella on merkitystä kustannustehokkuuteen. Konttien kuljetus junalla on noin 27 % halvempaa kuin autolla konttia kohden. Hinta sisältää tyhjän merikontin kuljetuksen tehtaalle ja täyden kontin kuljetuksen takaisin satamaan (vetohinta). On kuitenkin huomattava, että kuljetusmuotojen hintaero on todellisuudessa pienempi, koska junalla kuljetettavista lastausyksiköistä peritään satamassa käsittelymaksu. Yhdellä junalla päivän volyymin kuljettaminen onnistuu helposti, mutta yksi puoliperävaunu voi kuljettaa vain yhtä 40 jalan merikonttia kerrallaan. Tehdaskontituksessa esikuljetus junalla muodostaa 61 % kuljetusketjun kokonaiskustannuksista.

Satamakustannukset koostuvat konttien käsittelystä ja riippuvat konttien lukumäärästä. Mitä enemmän kontteja saapuu käsiteltäväksi, sitä alemmat kustannukset käsittelystä aiheutuvat konttia kohden. Alin käsittelyhintaa saadaan, jos kontteja tulee yli 10 kpl kerralla, mikä vastaa lastaajan arviota. Tällä määrällä käsittelykustannukset ovat 11 % tai 22 % alemmat kuin, jos kontteja olisi 1-5 tai 6-10 kpl. Käsittelymaksu sisältää kontin siirron vaihtoalueelta kuormauspaikalle ja noston junan kyytiin. Käsittelymaksu on sama, kun kontit puretaan junasta ja viedään varastoitavaksi odottamaan laivaan lastausta. Muita satamakustannuksia ovat Arex-maksu, itse huolinta, vientiselvitys ja sahatavaran kuutiomäärään perustuva sataman tavaramaksu. Yh-

teensä uudet satama- ja huolintakustannukset vastaavat 16 % osuutta kuljetusketjun kokonaiskustannuksista.

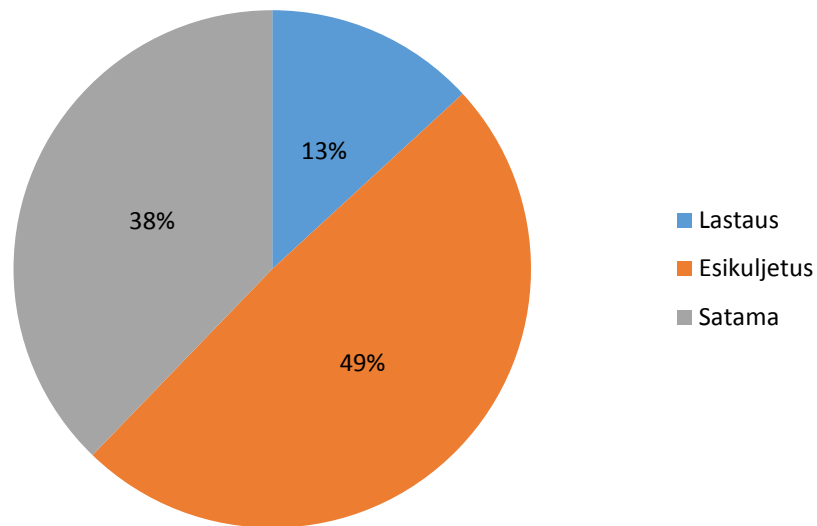
6 Tutkimustulokset

6.1 Kustannusanalyysi

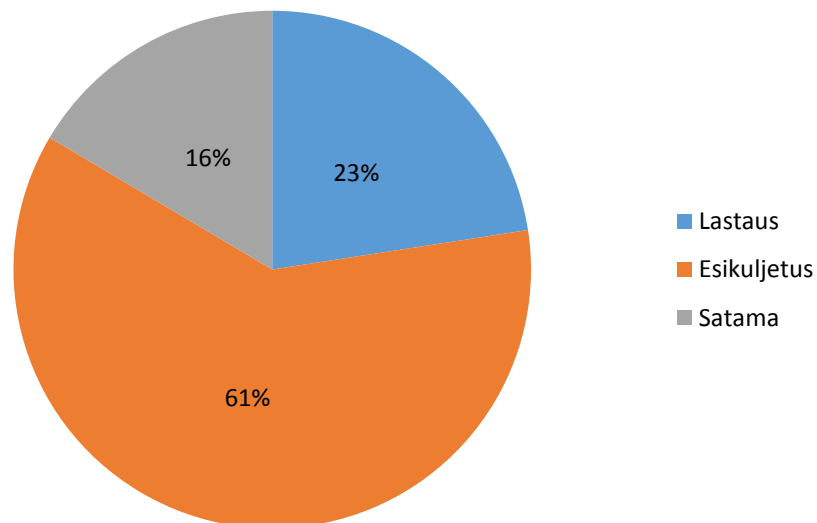
Kuljetusketjun kokonaiskustannus on tärkein mittari parhaan vaihtoehdon päättämiseksi, sillä tutkimuksen tavoitteena oli löytää kustannustehokkain toimintatapa. Kustannustehokkuus parantaa yritystoiminnan kannattavuutta. Satamakontituksen ja tehdaskontituksen kustannusrakenteiden vertailu on tärkeää kuljetusketjun muutosten arvioinnin kannalta (ks. kuviot 12 ja 13). Tehdaskontitus nostaa lastauskustannuksia, sillä käytössä on kallis konttikone ja yksi työntekijä enemmän. Toisaalta lastauskustannuksia pienentää huomattavasti lyhyempi lastausaika.

Myös kuljetuskustannukset kasvavat tehdaskontituksessa. Vaihtoehtoisessa toimintatavassa kuljetuskustannukset peritään konttiperusteisina (€/kontti), jolloin kuljetuskustannukset ovat korkeammat verrattuna vaunukuljetukseen. Tämä johtuu konttien keskimääräisestä täyttöasteesta. Toisaalta konttien täyttöastetta on teoreettisesti mahdollista kasvattaa tehdaskontituksessa, jolloin kuutiokohtaiset kuljetuskustannukset lähestyvät vaunukuljetuksen kustannuksia.

Tehdaskontituksessa satamakustannusten osuus kuljetusketjun kokonaiskustannuksista laskee 22 prosenttiyksikköä verrattuna nykytilanteeseen. Tämä johtuu siitä, että nykytilanteessa satamakustannusten suurin kustannustekijä on sahatavaran kontitus.

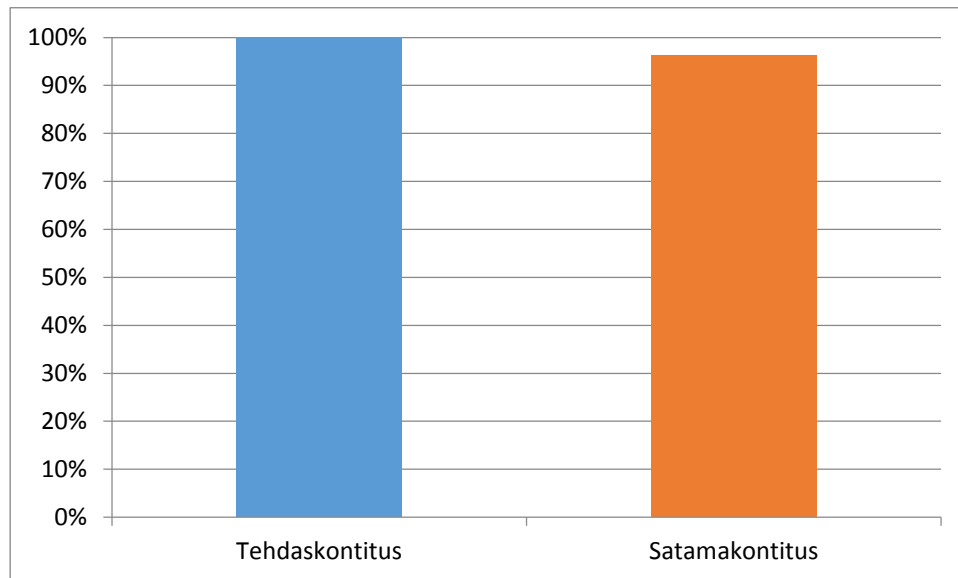


Kuvio 12. Satamakontituksen kustannusrakenne



Kuvio 13. Tehdaskontituksen kustannusrakenne

Kokonaiskustannusten vertaaminen on tärkein kriteeri kustannustehokkaamman kuljetusketjun valinnassa. Tehdaskontituksen kokonaiskustannukset ovat 3,8 % alhaisemmat verrattuna nykytilanteeseen (ks. kuvio 14). Tämä tarkoittaa sekä konttia kohden että varsinkin vuositasolla merkittävää säästöä.



Kuvio 14. Nykyisen ja vaihtoehtoisen kuljetusketjun kokonaiskustannusvertailu

6.2 WPM-analyysi

Toiseksi kvantitatiiviseksi tutkimusmenetelmäksi valikoitui WPM-analyysi, koska pelkästään kustannusten vertailu ei riitä parhaan vaihtoehdon löytämiseksi. Lisäksi tässä analyysissä käytetyt kriteerit olivat eri mittayksikössä, joten WSM-analyysin käyttö ei tullut kysymykseen. Kustannusten vertailu havainnolistuu paremmin puhtaasti prosentuaalisena vertailuna kuten edellisessä luvussa tehtiin.

WPM-analyysiin eli painotetun tulon malliin valittiin neljä kriteeriä: kokonaiskustannukset (€), konttien/vaunujen saatavuus (vrk), sahatavaran käsittelykerrat (kpl) ja kuormayksikön lastausaika tehtaalla (min). Vaihtoehtoina oli kontittaa sahatavara joko satamassa tai tehtaalla. Kriteereille löydettiin selkeät erot kahden eri vaihtoehdon välillä. Maantiekuljetusta ei valittu kolmanneksi vaihtoehdoksi tehdaskontitukseen, sillä autojen käyttö esikuljetuksessa on ainoastaan raidekuljetusten tukena. Maantiekuljetusten hyödyntäminen olisi voitu ottaa analyysiin mukaan viidentenä kriteerinä, mutta tälle ei löytynyt mitattavaa ominaisuutta eikä siten sopivaa mittayksikköä. SWOT-analyysissä maantiekuljetusten hyödynnettävyys otettiin huomioon laadullisena tarkasteluna.

Toisin kuin WPM-analyysissä yleensä, tässä tutkimuksessa kriteerien arvot ovat sitä parempia mitä pienempiä ne ovat. Toisin sanoen paremman vaihtoehdon suhde

huonompaan tulisi olla pienempi kuin 1. Kriteereille tuli määrätä painoarvot 0-1 väliltä.

Merkittävästi suurin painoarvo annettiin kokonaiskustannuksille, sillä tutkimuksen tavoitteena on ensisijaisesti löytää kustannustehokkain vaihtoehto (ks. taulukko 2). Konttien saatavuus on ajoittain epävarmaa, minkä vuoksi niiden saatavuudelle tai kierrolle annettiin toiseksi suurin painoarvo. Satamakontituksessa konttien saatavuus ei ole niin suuri ongelma, sillä sahatavaraa voidaan kuljettaa valmiiksi satamaan. Juna-vaunujen saatavuus on pääsääntöisesti hyvä.

Sahatavaran käsittely kuljetusketjussa vähenee ainoastaan yhteen kertaan, kun kontitus suoritetaan tehtaalla. Käsittelyn minimoinnin edut on kerrottu aiemmin tässä tutkimuksessa. Kontin teoreettinen lastausaika on huomattavasti lyhyempi kuin juna-vaunun. Aikasäästöt lastauksessa vähentävät työkone- ja työntekijäkustannuksia. Näille kahdelle kriteerille on annettu pienimmät painoarvot.

Taulukko 2. WPM-analyysin parametrit

	Satamakontitus	Tehdaskontitus	Paino w
Kokonaiskustannukset (€/m³)	a	b	0,7
Konttien/vaunujen saatavuus/kierto (vrk)	1	3	0,12
Sahatavaran käsittelykerrat (kpl)	3	1	0,09
Yksikön lastausaika tehtaalla (min)	64	40	0,09
	Summa		1

Kun kriteereille määritettyjä arvoja ja painokertoimia tarkasteltiin WPM-analyysillä, saatiin tehdaskontituksen ja satamakontituksen suhteeksi

$$\frac{\text{Tehdaskontitus}}{\text{Satamakontitus}} = \left(\frac{b}{a}\right)^{0,7} \cdot \left(\frac{3}{1}\right)^{0,12} \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{0,09} \cdot \left(\frac{40}{64}\right)^{0,09} \approx 0,96.$$

Suhdeluku on pienempi kuin 1, joten tehdaskontitus on WPM-analyysin perusteella näistä kahdesta parempi vaihtoehto. Saatu tulos on kuitenkin hyvin lähellä lukua 1, joten painokertoimien muuttaminen vaikuttaa helposti lopputulokseen.

6.3 SWOT-analyysi

SWOT-analyysillä kartoitettiin nykytilannetta (ks. taulukko 3). SWOT-analyysiin poimitut asiat tulivat ilmi toimeksiantajan logistiikkapäällikön kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Nykyisen kuljetusketjun ilmeisimmäksi vahvuudeksi arvioitiin vaunujen nopea kierto ja hyvä saatavuus. Sahatavaran kontittaminen vasta satamassa mahdollistaa myös sahatavaran varastoinnin satamaan, jolloin merikonttien saatavuuden vaihteluun voidaan varautua. Selvimmäksi heikkoudeksi nähtiin korkeammat kokonaiskustannukset verrattuna tehdaskontitukseen, sekä vaunujen hidas lastaaminen.

Maantiekuljetuksia katsottiin nykytilanteessa olevan helppo hyödyntää junakuljetuksen rinnalla. Sahatavara voidaan lastata yhdistelmäajoneuvoon samalla menetelmällä kuin junavaunuun. Siten tilanteessa, jossa junavaunuja ei ole saatavilla, sahatavara voidaan joustavasti toimittaa satamaan maantiekuljetuksena. Kuormansidontaan arvioitiin sisältyvän työturvallisuusriski.

Taulukko 3. SWOT-analyysi satamakontituksesta

<p>Vahvuudet:</p> <p>Vaunujen saatavuus ja kiertonopeus</p> <p>Satamavarastointi</p>	<p>Heikkoudet:</p> <p>Kokonaiskustannus</p> <p>Hidas yksikkölastaus</p>
<p>Mahdollisuudet:</p> <p>Maantiekuljetusten helppo hyödynnettävyys</p>	<p>Uhat:</p> <p>Työturvallisuus vaunulastauksessa</p>

Myös tehdaskontitus arvioitiin SWOT-analyysillä (ks. taulukko 4). Selväksi vahvuudeksi nykytilanteeseen verrattuna nähtiin pienemmät kokonaiskustannukset. Lisäksi yksikkölastauksen arvioitiin selvästi nopeutuvan. Kuormansidontaan käytetyn ajan todettiin vähenevän kontteihin lastatessa. Siten myös työturvallisuuden uskottiin para-

nevan. Sahatavaran käsittely vähenee tehdaskontituksessa minimiin, minkä arvioitiin vähentävän materiaalin käsittelyvaurioita.

Tehdaskontituksen toteuttamisen heikkoudeksi nähtiin, että valmista lastausaluetta kontittamiselle ei ole. Lisäksi kontittamisen todettiin vaativan lisäkalustoa. Uhaksi arvioitiin konttien huonompi saatavuus verrattuna junavaunuihin. Toisaalta arvioitiin, että konttien täyttöastetta voi olla mahdollista nostaa, sillä konttien täyttöaste nykyisellään on vajaa. Kuljetustoiminnan nähtiin tehdaskontituksen myötä monipuolistuvan, sillä se ei sulje pois junavaunujen käytön mahdollisuutta vaan tuo uuden toimintavaihtoehdon. Toiminnan monipuolistumisen katsottiin pienentävän kuljetusketjuun kohdistuvia riskejä, sillä esimerkiksi konttien puuttuessa voidaan turvautua sekä maantie- että raidekuljetukseen.

Taulukko 4. SWOT-analyysi tehdaskontituksesta

<p>Vahvuudet:</p> <p>Kokonaiskustannus</p> <p>Nopea ja tehokas yksikkölastaus</p> <p>Ei vaadi sidontaa</p> <p>Työturvallisuus</p> <p>Sahatavaran käsittelyn minimointi</p>	<p>Heikkoudet:</p> <p>Lastausalue</p> <p>Vaatii enemmän käsittelykalustoa</p>
<p>Mahdollisuudet:</p> <p>Täyttöasteen nostaminen</p> <p>Kuljetustoiminnan monipuolistuminen</p>	<p>Uhat:</p> <p>Konttien saatavuus</p>

7 Johtopäätökset

Käytettyjen analyysien perusteella tehdaskontitus näyttäytyy kokonaisuudessaan hieman parempana vaihtoehtona kuin nykyinen satamakontitus. Pelkästään kokonaiskustannusten perusteella se on edullisempi toimintamalli. Kustannustietojen luotettavuus on hyvä.

Myös SWOT-analyysi nostaa tehdaskontituksen paremmaksi vaihtoehdoksi. Tehdaskontituksessa ainoa isompi heikkous ja riskitekijä on konttien saatavuus. Tämä heikkous on kuitenkin toiminnan kannalta oleellinen. Toimeksiantajan arvioiden mukaan konttien saatavuus on selkeästi suurempi riskitekijä kuin vaunujen saatavuus. Konttien saatavuushäiriöihin on siis varauduttava. Jos kontteja ei ole saatavilla, on käytettävä muita tapoja toimitusten varmistamiseksi. Satamaoperaattorin kanssa tulisi tällöin olla sopimus, joka mahdollistaa sahatavaran kontituksen tarpeen vaatiessa myös satamassa. Kuljetusmuotona voitaisiin tässä tapauksessa käyttää sekä maantie- että raidekuljetusta.

Myös WPM-analyysi puoltaa tehdaskontitusta, mutta tämän analyysin tulokseen on syytä suhtautua harkiten. WPM-analyysissä käytettyjen kriteerien painoarvojen määrittäminen oli hankalaa. On selvää, että kokonaiskustannuksen tulee olla selkeästi merkittävin kriteeri. On kuitenkin haastavaa sanoa kuinka suurta osuutta sen tulisi vastata prosentuaalisesti kaikkien kriteerien joukossa. WPM-analyysi mahdollistaa eri yksiköissä olevien kriteerien käytön. On kuitenkin huomattava, että eri kriteeriparien keskinäinen suhde toisiinsa vaikuttaa suuresti lopputulokseen. Tehtaalla suoritettavan kontituksen kokonaiskustannus on 3,8 % pienempi kuin satamakontituksen. Toisaalta tehdaskontituksessa kontin arvioitu kiertoaika on kolminkertainen verrattuna vaunun kiertoaikaan. Edelleen satamakontituksessa on kolminkertainen määrä sahatavaran käsittelykertoja kuin tehdaskontituksessa. Niinpä pienetkin muutokset painokertoimissa voivat kääntää vaihtoehtojen paremmuuden päinvastaiseksi, eikä WPM-analyysi yksinään anna kovin luotettavaa arviota vaihtoehtojen keskinäisestä paremmuudesta. Tämän takia on enemmän kuin perusteltua käyttää myös SWOT-analyysia ja kustannusvertailua kustannustehokkaimman vaihtoehdon päättämiseksi.

8 Pohdinta

Tavoitteena oli löytää kustannustehokkain tapa sahatavaran kontitukseen. Päätuloksena tutkimuksessa oli, että tehdaskontitus on yksikkökustannuksiltaan satamakontitusta edullisempi vaihtoehto. Tehdaskontituksen lastausmenetelmäksi valittiin tutkimuksessa työntölevyn tai -alustan käyttö. Automaattinen täyttölaite on kallis investointi ja vaatii rakenteellisia muutoksia kontituspaikalle. Valittua lastausmenetelmää puoltaa myös se, että nykyisellä lastausurakoitsijalla on tarvittava kalusto valmiina.

Tutkimuksen alussa olettamuksena oli, että tehdaskontitus on satamassa tapahtuvaa kontitusta edullisempi vaihtoehto. Siten puhdas kustannusvertailu ei antanut odotamatonta tulosta. Ennakkoarvioiden takia tutkimukseen valittiin myös muita tutkimusmenetelmiä, joiden avulla oli tarkoitus saada hyvä kokonaiskuva vaihtoehtoista. WPM-analyysin käytössä kriteerien valinta onnistui hyvin, mutta niiden painoarvojen määrittäminen oli hankalaa. Epävarmat painoarvot vaikeuttivat analyysin tuloksen tulkintaa ja heikensivät myös tuloksen luotettavuutta. Vaihtoehtojen laadullisia piirteitä onnistuttiin SWOT-analyysillä arvioimaan melko kattavasti. Myös SWOT-analyysin tulokset tukivat tehdaskontituksen valintaa. Kokonaiskuvan rakentumista hieman häiritsi se, ettei osallistuvaa havainnointia tutkimuskohteessa ollut aikataulullisista syistä mahdollista tehdä. Paikanpäällä havainnoimalla tutkimuksesta olisi voinut tehdä syvällisemmän. Lisäksi vierailu lähtösatamassa olisi ollut hyödyllinen satamatoimintoihin tutustumisen kannalta.

Alun perin tutkimukseen oli tarkoitus sisällyttää myös tutkimusta konttien täyttöasteen nostamisen mahdollisuuksista. Tästä ei kuitenkaan saatu kerättyä riittävästi tietoa, jotta täyttöasteen nostamisesta olisi voitu esittää konkreettisia arvioita. Oletettavasti konttien täyttöastetta on mahdollista nostaa, mutta se edellyttää tutkitun kuljetusketjun ulkopuolelle ulottuvien toimintojen tutkimista ja muuttamista. Täyttöasteen nostaminen vaatii muutoksia tuotantoon ja sahatavarapakettien mittoihin. Lisäksi se on riippuvainen asiakastilauksista.

Tehtaalla tapahtuvaa kontitusta ei ehditty testata käytännössä, mutta ennen sitä voisi olla järkevää simuloida kuljetusketjua. Mikäli tiedetään esimerkiksi kuljetusvolyymi, eri toimintojen suorituskyky ja kustannukset sekä konttien saatavuus, voidaan simulaatiolla tutkia muodostuuko kuljetusketjuun pullonkauloja. Lisäksi simulaatiolla

voidaan saada tietoa toteutuneista kustannuksista erilaisissa tilanteissa. Tehdaskontitus on edullisempi vaihtoehto, jos kuljetusketju toimii kuten pitää, mutta jos ketjuun tulee häiriöitä kustannukset voivat kasvaa. Tällaisia skenaarioita tulisi tutkia. Vielä luotettavampi tapa tutkia valinnan seurauksia olisi testata tehdaskontitusta käytännössä. Erityisesti lastausprosessia pitäisi tutkia tosielämässä niin sanotusti kellottamalla. Näin saataisiin luotettavampi arvio konttikohtaisesta lastausajasta ja siten myös lastauskustannuksista. Testaamiseen liittyy luonnollisesti taloudellisia riskejä, mutta hyvällä suunnittelulla ne voidaan minimoida.

Tutkimuksen aikaväli vaikutti osaltaan tutkimustuloksiin, sillä eri kustannustekijät kuljetusketjussa muuttuvat aika ajoin mm. satamassa. Käytetyt tuntihinnat työkohteista olivat ensimmäisestä tarjouspyynnöstä saadut arviot ja niiden todellinen kustannus on mitä todennäköisimmin alhaisempi. Aikavälin yksi merkittävimmistä lähtöarvoista oli satamassa kontitettujen konttien keskimääräinen täyttöaste vuoden 2016 tammikuusta maaliskuuhun. Täyttöaste riippuu paljon kysynnästä ja esimerkiksi eri vuodenaikana tehty tutkimus olisi antanut hieman erilaiset tulokset. Pieniä, muutamaa kontin kokoisia asiakastilauksia ei ole mahdollista yhdistellä, vaikka tavaramäärä tilapäisesti laskisikin.

Tapaustutkimuksen tapaan tässä tutkimuksessa otos oli pieni ja sitä tutkittiin useasta näkökulmasta. Otosta olisi voinut suurentaa käytännössä vain pidentämällä tutkimuksen aikaväliä, mikä ei tässä tutkimuksessa ollut mahdollista. Tutkimusdata oli kustannustarkastelun kannalta riittävä ja sitä voidaan pitää verrattain luotettavana. Toisaalta kustannukset voivat muuttua ajan myötä hintavaihtelun seurauksena. Kustannustarkastelu saattaa tuottaa erilaisia tuloksia, jos tutkimus toistettaisiin parin vuoden päästä. Tarkempia lastausaikoja niin nykytilanteessa kuin tehdaskontituksessa olisi ollut hyödyksi tutkia pidemmällä aikavälillä kellottamalla, jolloin keskimääräinen lastausaika olisi voitu arvioida tilastollisesti. Luotettavuutta olisi muutoinkin saatu parannettua huomattavasti, jos kontitusta olisi testattu käytännössä tehtaalla.

Kustannustehokkuutta olisi voitu saada parannettua vielä enemmän, jos tutkimuksessa olisi keskitytty koko toimitusketjun toimintaan. Tällöin olisi huomattu laajemmin eri kustannustekijöiden vaikutukset toisiinsa ja eri toimintojen vaikutukset ketjun toiminnan tehostamiseen.

Lähteet

Actiw LoadPlate – the magic of automated container loading. N.d. Artikkelit Actiw Oy:n internetsivuilla. Viitattu 20.4.2016. [Http://loadplate.com/solutions/](http://loadplate.com/solutions/)

Brunila, O-P. & Hämäläinen, E. 2015. Suomen sahateollisuuden logistiikka. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja. Turun yliopiston Brahea-keskus. Viitattu 18.2.2016.
https://www.utu.fi/fi/yksikot/mkk/julkaisut/Documents/B203_Suomen_sahateollisuuden_logistiikka.pdf

Chopra, S. & Meindl, P. 2016. Supply chain management: Strategy, planning, and operation. Sixth edition. Boston: Pearson education, Inc.

Christopher, M. 2011. Logistics & supply chain management. Harlow: Pearson Education Limited 2011.

Container specifications. N.d. Konttien tekniset tiedot. Maersk Line Dry cargo. Viitattu 20.4.2016. [Http://www.maerskline.com/ar-ae/shipping-services/dry-cargo/equipment-and-services/specifications](http://www.maerskline.com/ar-ae/shipping-services/dry-cargo/equipment-and-services/specifications)

Dry cargo containers. N.d. Maersk Line Dry cargo. Viitattu 20.4.2016.
[Http://www.maerskline.com/ar-ae/shipping-services/dry-cargo/equipment-and-services/dry-containers](http://www.maerskline.com/ar-ae/shipping-services/dry-cargo/equipment-and-services/dry-containers)

Grant, D. B., Lambert, D. M., Stock, J. R. & Ellram L. M. 2006. Fundamentals of Logistics Management. European edition. Berkshire: McGraw-Hill Education.

Harrison, A. & van Hoek, R. 2011. Logistics management & strategy. Fourth edition. Harlow: Pearson Education Limited.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Karhunen, J. & Hokkanen, S. 2007. Kansainväliset tavarakuljetukset. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Kokojuna. N.d. VR Transpoint. Viitattu 11.4.2016. Rautatielogistiikan palvelujen erittely. https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/palvelumme/rautatielogistiikan_palvelut/koko-juna/

Konttivaunu - Sgm. N.d. VR Transpoint kalustokuvasto. Viitattu 14.4.2016.
<https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/#tiedot>

Lähdevaara, H. 2012. Kuljetusjärjestelmän suunnittelu ja kehittäminen. Jyväskylän ammattikorkeakoulun opetusmoniste. 7. painos. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Metsä Wood lyhyesti. N.d. Julkaisutietoja. Viitattu 24.3.2016.
[Http://www.metsawood.com/fi/yritys](http://www.metsawood.com/fi/yritys).

Metsä Wood sahat. N.d. Viitattu 24.3.2016.
<http://www.metsawood.com/fi/tuotteet/sahatavara/Pages/Sahatavara.aspx>

Nelikenttöanalyysi – SWOT. N.d. Artikkele. Suomen riskienhallintayhdistys. PK-RH-riskienhallinta. Viitattu 11.4.2016. [Http://www.pk-rh.fi/index.php?page=swot](http://www.pk-rh.fi/index.php?page=swot)

Operating principle of LoadPlate. N.d. Artikkele Actiw Oy:n internetsivuilla. Viitattu 20.4.2016. [Http://loadplate.com/solutions/how-loadplate-works/](http://loadplate.com/solutions/how-loadplate-works/)

Ritvanen V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Huolintaliikkeiden Liitto: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY.

RollIn. N.d. DeMach. General information. Viitattu 14.4.2016. [Http://www.demach.fi/rollin_en.html](http://www.demach.fi/rollin_en.html)

Sahatavaravaunu - Hbi. N.d. VR Transpoint kalustokuvasto. Viitattu 14.4.2016. [Https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/#tiedot](https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/#tiedot)

Sahateollisuus kamppailee korkeiden kustannusten kanssa. 2013. Metsäteollisuus.fi. Viitattu 11.2.2016. [Http://www.metsateollisuus.fi/tietoa-alasta/puutuoteteollisuus-ja-puurakentaminen/saha_ja_levyteollisuus/Sahateollisuus-kamppailee-korkeiden-kustannusten-kanssa-211.html](http://www.metsateollisuus.fi/tietoa-alasta/puutuoteteollisuus-ja-puurakentaminen/saha_ja_levyteollisuus/Sahateollisuus-kamppailee-korkeiden-kustannusten-kanssa-211.html).

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: Digitalisoitumisen haasteet. 8. uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

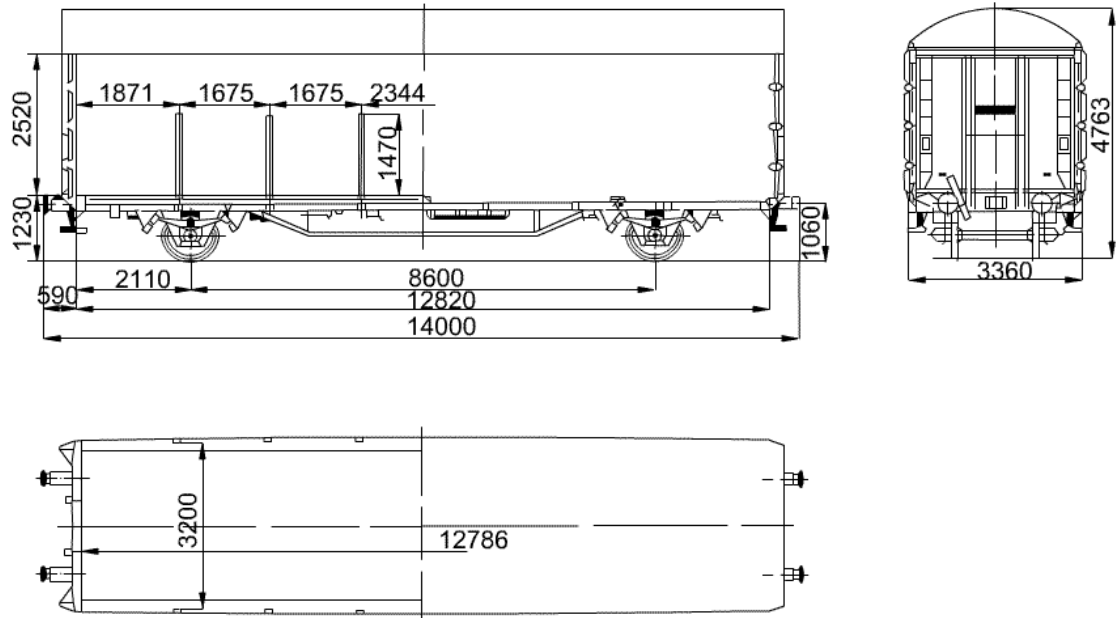
Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Lorentz, H., Töyli, J., Malmsten, J. & Viherlehto, N. 2014. Logistiikkaselvitys 2014. Turun kauppakorkeakoulu. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja, sarja Keskustelua ja raportteja. Viitattu 18.2.2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-375-0>

Suomalaisen saha- ja puutuoteteollisuuden toimiympäristön vertailu keskeisiin kilpailijamaihin nähden. 2013. Pöyry Management Consulting Oy. Loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 12.3.2016. [Https://www.tem.fi/files/37395/52X161005_Loppuraporttifinal_28082013.pdf](https://www.tem.fi/files/37395/52X161005_Loppuraporttifinal_28082013.pdf)

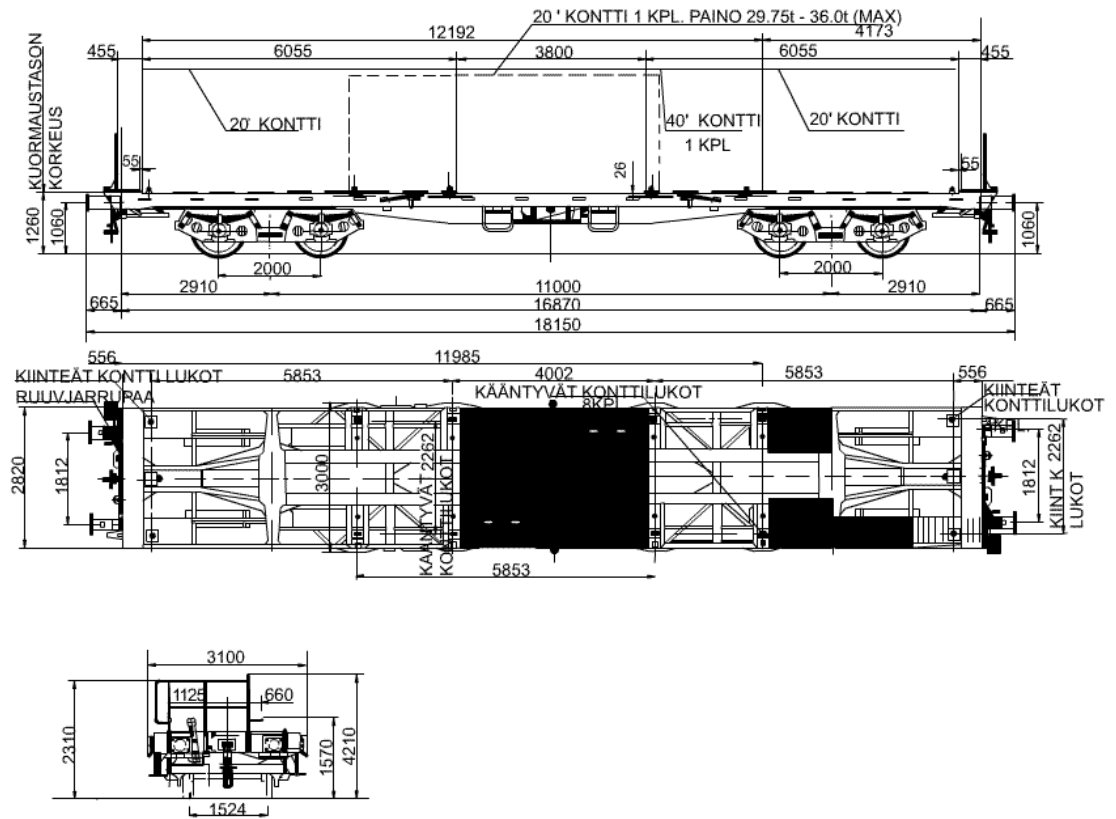
Triantaphyllou, E., Shu, B., Nieto Sanchez, S. & Ray, T. 1998. Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach. Julkaistu teoksessa Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering. Viitattu 9.4.2016. [Http://bit.csc.lsu.edu/trianta/EditedBook_CHAPTERS/EEEE1.pdf](http://bit.csc.lsu.edu/trianta/EditedBook_CHAPTERS/EEEE1.pdf)

Liitteet

Liite 1. Hbi-sahatavaravaunu (VR Transpoint kalustokuvasto n.d.)



Liite 2. Sgm-konttivaunu (VR Transpoint kalustokuvasto n.d.)



Liite 3. Kustannuslaskenta Excel (salainen)